

Adip Sabag

10. La política de los límites de la naturaleza

Saber que el hombre está condenado y que la naturaleza y el universo entero van a desaparecer, no es interesante. Esto se vuelve apasionante cuando se trata de saber cuándo y cómo va a suceder. Y es evidente que la respuesta parece ser un producto de la ideología social que en nuestros días gira alrededor del eje del medio ambiente, la llamada "moda ecológica".

Esas predicciones apocalípticas han dividido la opinión mundial en dos actitudes muy diferentes: los pesimistas, que creen fatalmente en el hundimiento de la humanidad, y los optimistas, que consideran que la agravación de la situación tiene en el fondo muy poca importancia, puesto que en el último momento, al borde del abismo, cuando todo parece irremediamente perdido, se encuentran las soluciones necesarias, no solamente para evitar lo peor, sino también para abrir de un solo golpe nuevas perspectivas hacia lo mejor.

La atención otorgada al problema del medio ambiente por los científicos, los políticos y el público en general se ha dirigido principalmente a las consecuencias directas, analizadas en función de sus manifestaciones dramáticas. Hoy, la Tierra cuenta con cuatro mil millones de habitantes, y las tasas de urbanización han transformado en mayor o en menor grado todas las regiones del planeta. La contaminación del aire, del agua y de la tierra se ha vuelto un problema universal. Así, un cierto número de episodios se produjeron: en Londres, entre el 5 y el 9 de diciembre de 1952, centenares de fallecimientos fueron ocasionados por la contaminación atmosférica. En 1957, el petrolero "Torrey Canyon" naufragó en el mar del Norte, causando daños considerables a la flora y la fauna marinas. En 1969, la "marea negra" a lo largo de la costa de Santa Bárbara inspira a un ecólogo californiano el título de ecocatástrofe para describir el ataque espectacular del hombre sobre la naturaleza.

En este artículo el concepto de ecocatástrofe será tomado en su sentido más amplio, es decir, el punto de ruptura ecológica que pondría en peligro la supervivencia de la especie humana. Si tal punto de ruptura es posible: ¿cuáles son los dinamismos socio-naturales que dan origen a esta amenaza de ruptura?

Nuestra exposición la vamos a dividir en tres partes. La primera se esforzará por describir los problemas mundiales; la segunda estará consagrada a los modelos globales, y la tercera será el objeto de una reflexión política sobre la eco-catástrofe.

I. Los problemas mundiales

Por sorprendente que parezca, un estudio¹ preliminar reveló, en 1971, que no existía ninguna descripción sistemática de los problemas mundiales. No se conocía ni su número, ni si valía la pena plantearse la cuestión de su existencia. La tendencia hasta entonces era la de concentrar el conocimiento y la acción sobre problemas juzgados "importantes", en función de los efectos visibles y de la significación política consecuente. Era raro encontrar más de diez problemas dentro de un mismo contexto, a la excepción de los 28 problemas críticos permanentes, definidos por Hassan Ozbekhan² en 1968 y que el Club de Roma aumentó a 48 en un documento interno, anterior a la publicación de su informe sobre los límites del crecimiento.

Ante este estado de cosas, la Unión de Asociaciones Internacionales decidió reunir, desde 1972, las informaciones aportadas por una red de más de 2 500 asociaciones internacionales, relativas a los problemas que, según éstas, se derivaban de sus actividades y a los cuales se encontraban particularmente expuestas. El primer logro fue el "Yearbook of World Problems and Human Potential", redactado a partir de textos grabados en cintas magnéticas y que formaban parte de un banco de datos. Actualmente se encuentran aproximadamente 2 500 problemas almacenados en computadora, y el número de clasificación alcanza el 3 700.

John Platt³ elaboró un cuadro (número 1) de problemas y crisis mundiales, que reproducimos a continuación. En el sentido vertical, aparecen los problemas clasificados según su intensidad o "gravedad" y, en el sentido horizontal, el plazo estimado para que esos problemas se planteen.

Ahora bien, en nuestro estudio sólo abordaremos algunos problemas que nos han parecido claves: población, recursos naturales y degradación del medio ambiente.

*La dinámica de la evolución**

La tendencia que mejor se conoce es, indudablemente, el crecimiento de la población y, sin embargo, la mayor parte de los trabajos que la han estudiado diagnostican una expansión de carácter exponencial conforme a la ley del interés compuesto. Al confrontar las cifras, es imposible aplicar a la curva

¹ A. J. N. Judge, "World Problems and Human Potential", *Futures*, junio de 1975.

² H. Ozbekhan, "Toward a General Theory of Planning", en E. Jantch, *Perspectives of Planning*, OCDE, 1969.

³ J. Platt, "What We Must Do", en C. Giddings y M. B. Monroe, *Our Chemical Environment*, Canfield Press, 1972.

* Las observaciones de F. Meyer me parecieron muy interesantes. Para permanecer fiel a su pensamiento he tomado los ejemplos mencionados en su libro publicado bajo el título de *La Surcharge de la Croissance* (Fayard, 1974).

CUADRO 1

PROBLEMAS Y CRISIS MUNDIALES

Grado	Intensidad de la crisis .estimada	Efecto	Tiempo estimado para la crisis	
			1 a 5 años	5 a 20 años
				20 a 50 años
1	10 ¹⁰	Desaparición total	Escalada nuclear	Escalada nuclear
2	10 ⁹	Destrucción importante o cambio (físico, biológico o político)	Demasiado corto el plazo	Hambres, equilibrio ecológico, fracaso del desarrollo, guerras locales, abismo entre países ricos y pobres
				X (resuelto o muerte)
				Estructura económica y teoría política. Población en equilibrio ecológico. Estructura de la vida. Introducción universal. Integración de comunicaciones Organización del mundo. Filosofía integrativa
8	10 ⁸	Difusión de la participación casi insoportable	Dirección administrativa. Necesidad de un grupo político y conflicto	Pobreza, contaminación, guerras raciales, rigidez, dictaduras fuertes
				?

4	10 ⁷	Miseria en gran escala	Transportes, enfermedades, pérdida de las culturas antiguas	Habitación, instrucción, independencia de las grandes potencias, abismo en las comunicaciones	?
5	10 ⁶	Tensión que da lugar a un cambio	Organización regional. Reservas de agua		?
6	10 ⁵	Otros problemas importantes, sin ser investigados adecuadamente	Proyecto de desarrollo técnico. Proyecto monetario inteligente		
7		Peligros exagerados y esperanzas			Eugenismo Fundición de los cascos polares

FUENTE: J. Platt, 'What we Must do', en C. Giddings y M. B. Monroe, *Our Chemical Environment*, San Francisco, Canfield Press, 1972.

demográfica las pruebas de la progresión geométrica. La exponencial resulta inferior al medir la aceleración demográfica real.

Si tomamos los valores sucesivos de las poblaciones mundiales desde el siglo XVII, se obtiene el cuadro 2.

CUADRO 2
CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN MUNDIAL

Año	Población en millones	Promedio anual Crecimiento	Tasa %
1972	3 782		
1970	3 632	75	2.02
1960	2 982	65	1.97
1950	2 486	50	1.82
1930	2 070	21	0.91
1900	1 600	16	0.86
1850	1 170	8.8	0.62
1800	900	5.3	0.52
1750	720	3.6	0.44
1700	620	2.1	0.31
1650	540	1.6	0.27

FUENTE: F. Meyer, *La Surchauffe de la Croissance*, Fayard, 1974.

La última columna demuestra tangiblemente que la tasa de crecimiento de la población mundial, lejos de permanecer constante, se incrementa en forma sobre-exponencial. A este ritmo la población mundial fluctuará, en los próximos 20 años, entre 6.5 y 8.5 mil millones de habitantes. Esto quiere decir que la población se duplica en un periodo cada vez más corto.

Otra evolución es también notable: la aceleración tecnológica. Algunos hechos permiten seguir el camino del progreso técnico. Si observamos la progresión continua de las fuerzas motrices a la disposición del hombre en los últimos cuatro mil años, la curva resultante confirma que la aceleración tecnológica es comparable a la que encontramos en la expansión demográfica.

Todo progreso técnico significa un progreso en la movilización de los recursos del medio ambiente y permite una población más numerosa. Un ejemplo claro de la dinámica tecnológica del crecimiento acelerado es la transformación, desde el paleolítico hasta la época actual, de las técnicas de subsistencia. La superficie teórica necesaria para alimentar un individuo en un régimen primitivo de caza y colecta nutre 5 en la civilización pastoral que le sigue, 500 en la cultura del arado, 2 500 en la cultura de la carreta, 15 000 con las técnicas modernas de cultivo intensivo.

Pongamos ahora la atención en la biósfera. La historia de los seres vivos se presenta como una sucesión de etapas evolutivas: crustáceos, peces, batra-

cios, reptiles, mamíferos. André Cailleux ilustra esta simple impresión por medio de una curva significativa de crecimiento, semejante a la de una aceleración típica. Las "ortogénesis bioquímicas" de Florkin presentan también el mismo trazo si sobre los ejes de la gráfica representamos en un sentido los valores evolutivos y en la otra dirección la escala temporal. Este fenómeno se constata especialmente cuando se mide el uso que hacen los organismos del CO_2 , nuevamente se presenta la tendencia a la elevación de este carácter bioquímico a medida que se asciende en la escala animal.

El mismo fenómeno se manifiesta con los índices de encefalización. El índice de encefalización de Dubois toma valores sucesivos que acusan una aceleración característica: 1. Pájaros (0.04 — 0.05); 2. Roedores (0.07); 3. Carnívoros (0.031 — 0.34); 4. Monos inferiores (0.4 — 0.5); 5. Antropoides (0.7 — 0.8); 8. Hombres (2.8). Esta aceleración se visualiza en forma de una curva coronada por el cerebro del *homo-sapiens*.

Todo sucede como si la evolución obtuviera el máximo posible de una variación orgánica. En el caso del hombre esta aceleración se prosigue gracias al revelo de la evolución tecnológica. Esto explica por qué la especie humana, contrariamente a otras que han desaparecido, puede efectuar una "radiación adaptiva" sin transformación orgánica sensible y a un ritmo extremadamente rápido en relación a los ritmos paleontológicos. Para François Meyer, el hombre, desde el punto de vista de la taxonomía anatómica, no es más que una de las cuatro millones de especies censadas. Pero cada realización técnica es equivalente a una especie nueva y esto a un ritmo que la lentitud de la evolución anatómica no permitiría autorizar.

En su forma sociológica, esta expansión se manifestará prácticamente en las concentraciones de población. Entre 1900 y 1950 la población mundial se duplicó; en ese mismo periodo la población urbana creció cinco veces más. Si contemplamos hacia el siglo XXI veremos que el 70 por ciento de la población mundial vivirá en áreas urbanas de más de 2 000 habitantes y las dos terceras partes en ciudades de más de 100 000 habitantes. Las metrópolis con millones de habitantes formarán las megalópolis y éstas a su vez la ecumenópolis o ciudad mundial.

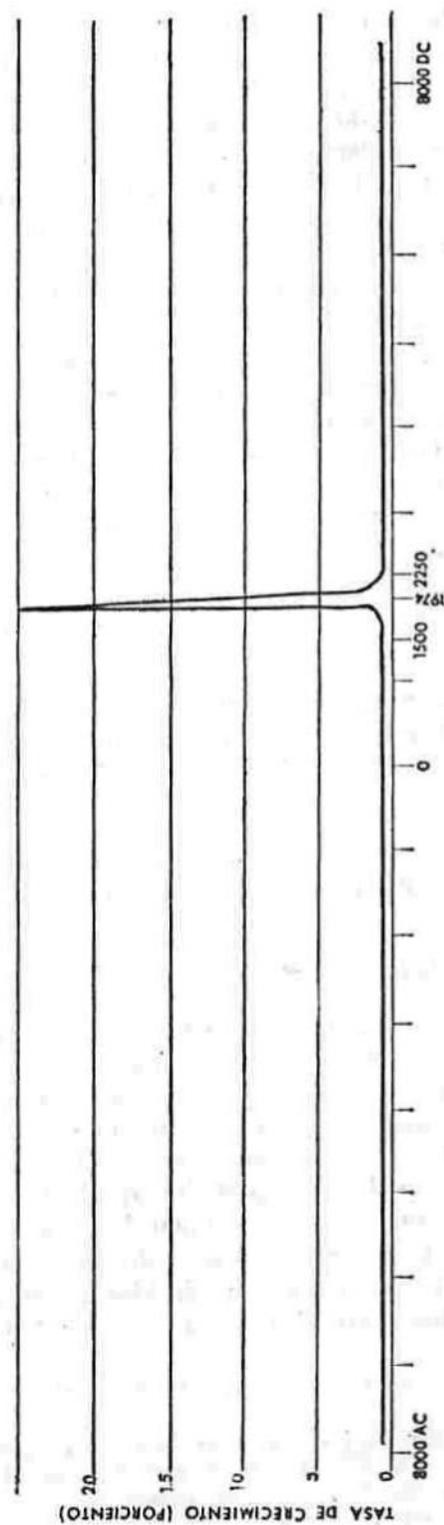
Ahora bien, hay que esclarecer un malentendido, el crecimiento acelerado de la población no es perpetuo. Su contra tendencia, la estabilización de la población mundial, comienza a manifestarse con tal fuerza que en algunos países, especialmente europeos, el crecimiento es negativo y la renovación de la población es un problema que preocupa seriamente a sus gobernantes.

Al parecer, una población se estabiliza al alcanzar un cierto nivel de vida y un cierto grado de bienestar social. Se calcula que la población mundial logrará estos dos objetivos por el año 2100 y para entonces el planeta alcanzará la cifra de quince mil millones de habitantes. Freedman y Berelson⁵ sostienen que la tasa de crecimiento de la población en los milenios futuros será

⁵ R. Freedman y B. Berelson, "The Human Population", *Scientific American*, septiembre de 1974.

FIGURA 1

EVOLUCIÓN DE LA POBLACIÓN A 8000 A. C. A 8000 D. C.

FUENTE: R. Freedman y B. Berelson, "The Human Population", *Scientific American*, septiembre, 1974.

muy similar a la de los milenios pasados. Es decir, de 0.1 por ciento y por lo tanto el periodo actual; de crecimiento al 2 por ciento no es más que un pasaje transitorio. Esta hipótesis la ilustran con una línea recta que va desde 8000 años a. C. hasta 8000 años d. C., interrumpida por una espiga que representa la explosión demográfica de nuestro tiempo (figura 1).

Por otro camino, la UNESCO, con base a previsiones elaboradas por las Naciones Unidas, realizó un diagrama, en forma de caliz (figura 2), que pone en evidencia la velocidad del crecimiento de la población entre los años 1960 y 2075; el crecimiento moderado de 1850 a 1960, y proyecta para el año 2075 una población constante.

Tres hipótesis⁶ (figura 3) resumen la evolución posible de la población. En la primera hipótesis, catastrófica, la población continuará creciendo al ritmo de 2 por ciento, y el mundo verá en el año 2000 seis mil millones de habitantes; en el año 2033, 12 mil millones, y para el año 2100, 48 mil millones. Los expertos en recursos piensan que la Tierra no podrá alimentar tal número. Aunque otros autores, principalmente Revelle, piensan que la Tierra podría sostener, bajo ciertas condiciones tecnológicas, 140 mil millones en óptimas condiciones y un máximo de 700 mil millones de habitantes.

La segunda hipótesis, de transición al crecimiento nulo, postula:

1. Que la población no puede sobrepasar un cierto nivel por arriba del cual la humanidad no podría mantener su nivel de vida;
2. Que el hombre es capaz de hacer controlar y regresar la población;
3. Una vez alcanzado el nivel de población mantener un estado de equilibrio.

La tercera hipótesis sostiene que un cierto número de desastres serios harán disminuir la población y, así, mantener una tasa de crecimiento muy inferior.

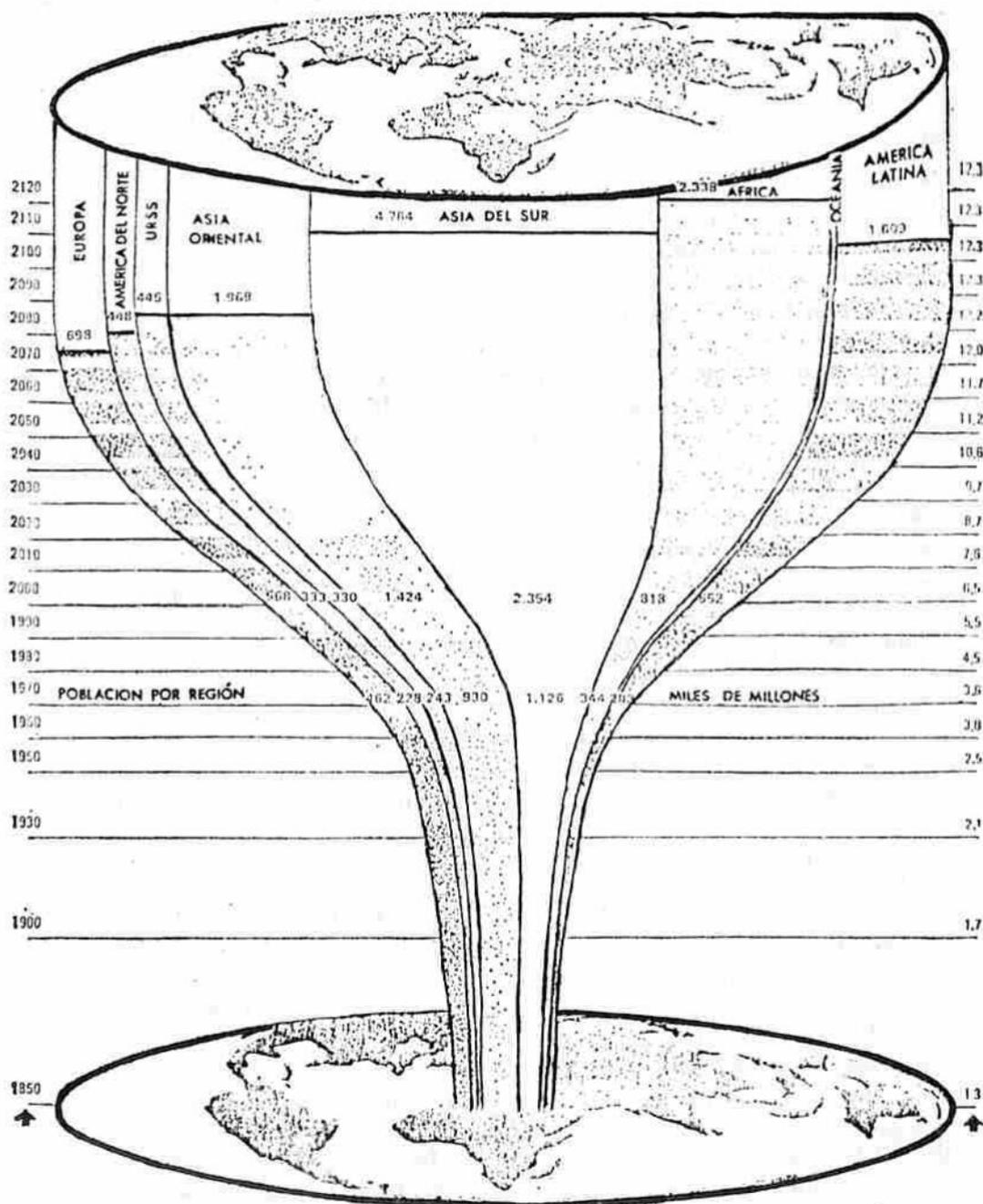
Producción alimenticia

Roger Revelle⁷ se plantea la cuestión de ¿cuánta gente puede alimentar el planeta? A la que responde como sigue: suponiendo que exista en todas partes una tecnología apropiada y las condiciones equivalentes a las de Iowa, en irrigación, fertilizantes, selección de semillas, protección de plantas, herramientas, máquinas y conocimientos científicos de cultivo, se puede afirmar que un 90 por ciento de las superficies sembradas podrían alimentar a cien mil millones de personas con un régimen de 2 500 calorías. Estas estimaciones toman en cuenta el 10 por ciento de cultivos necesarios para las plantas no alimenticias; otro 10 por ciento de pérdidas inevitables, y el 3 por ciento de reservas para semillas. Para alcanzar la dieta de 4 000 a 5 000 calorías del ré-

⁶ R. E. Miles, "Three Ways to Solve the Population Crisis", *The Futurist*, octubre de 1971.

⁷ El texto que sigue conjuga un cierto número de pasajes particularmente significativos, tomados de dos artículos de Roger Revelle "La Terre Peut-elle Nourrir Toujours?" (*Courrier de l'Unesco*, julio-agosto de 1974) y "Food and Population" (*Scientific American*, septiembre de 1974).

FIGURA 2
LA EXPLOSIÓN DEMOGRÁFICA



FUENTE: *Courrier de L'UNESCO*, mayo, 1974.

gimen ideal, la misma superficie sería capaz de alimentar de 50 a 60 mil millones de personas; es decir, quince veces la población actual de la tierra.

Sin embargo muchos obstáculos se oponen a la extensión de la superficie para cultivos. En primer lugar, mil quinientos millones de hectáreas corresponden a superficies de cultivo potenciales y se encuentran en regiones en donde llueve todo el año: las zonas húmedas. Ahora bien, no existe en nuestros días ninguna tecnología que permita una agricultura alimenticia intensiva en esas regiones, con excepción de la vieja técnica del cultivo sobre quemado. Las cifras existentes permiten suponer que una tecnología apropiada daría a las zonas tropicales húmedas posibilidades extraordinarias. Un segundo obstáculo, las tierras posibles de cultivar son, con frecuencia, de mala calidad. Las llanuras de América del Sur y la amplia zona que atravieza África en los límites meridionales del Saharà, contienen inmensos territorios de lo más erosionado del mundo. Los pocos elementos que allí se encuentran sirven apenas para alimentar cultivos durante dos o tres años, y después hay que dejar descansar las tierras de seis a doce años. Por el contrario, los suelos son con frecuencia permeables al aire y al agua; las raíces penetran fácilmente a grandes profundidades, pueden ser cultivados con mucha facilidad y mantener una cierta humedad. Regando de manera adecuada y proporcionando los abonos químicos necesarios, se podrían obtener plantas muy diversas y en grandes cantidades.

El tercer punto: la importancia de las inversiones necesarias. Toda extensión masiva de superficies cultivadas, aunque sea para la agricultura de subsistencia, exige enormes aportes de capital —de 500 a 1 000 dólares por hectárea. Cultivar tierras fuera de las zonas tropicales costaría de 500 a 1 000 millones de dólares, equivalentes al PNB de los Estados Unidos y dos veces el de todos los países en desarrollo.

Una última dificultad: la población y las tierras cultivables no tienen la misma distribución. Las tierras que podrían ser cultivadas fuera de las zonas tropicales húmedas y que no lo están, se encuentran en su mayoría en las regiones menos pobladas. Si se comparan las superficies cultivables con la población se obtiene: Australia y Nueva Zelanda, 1.4 hectáreas por habitante; Asia, 0.3; URSS, 1; América del Norte, 0.9; América del Sur, 0.4; África, 0.5; Europa, 0.3.

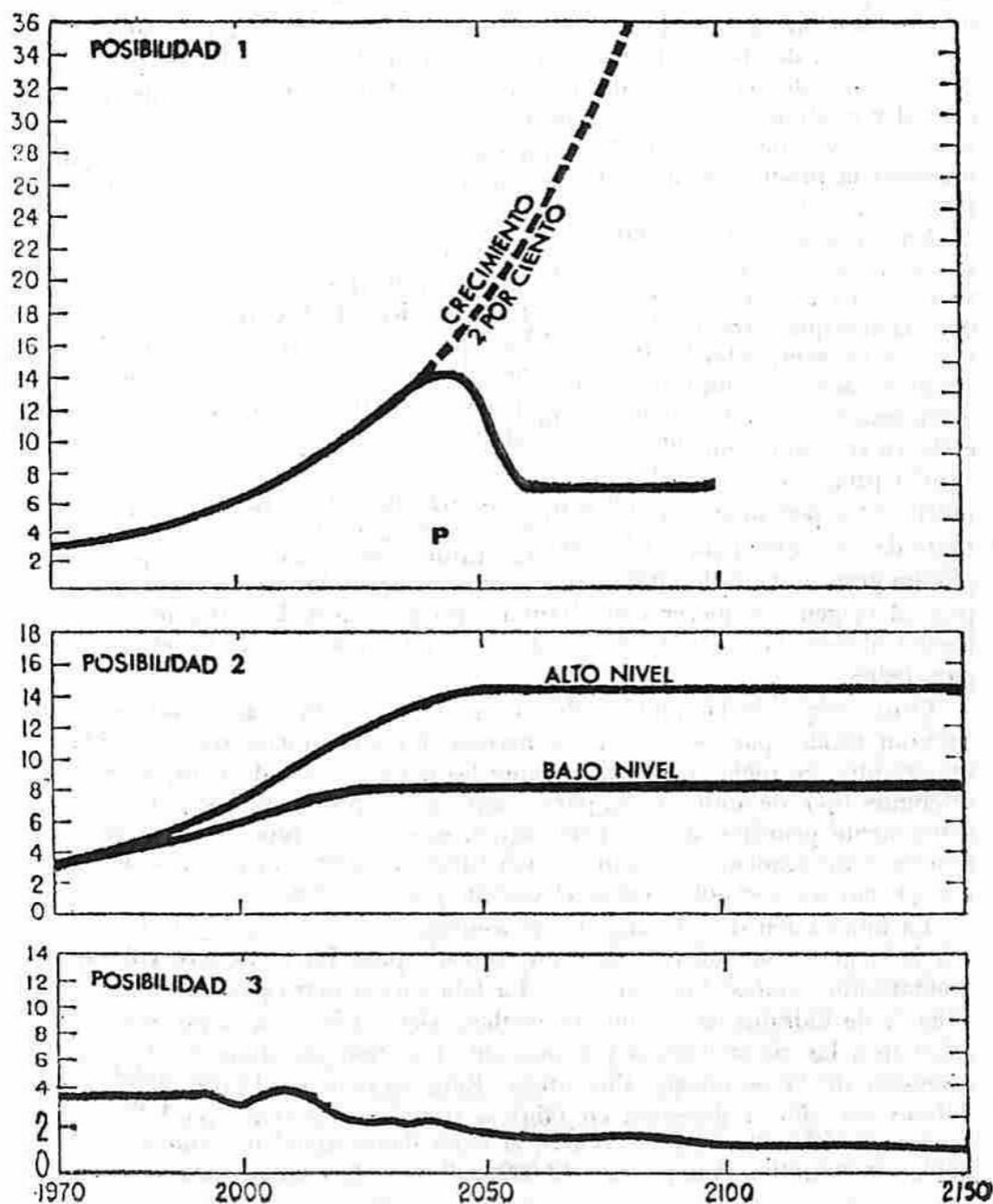
Una parte importante del mundo en vía de desarrollo está realizando progresos decisivos en el sector de la producción alimenticia; este fenómeno se califica generalmente como revolución verde. La revolución verde es el resultado de la aplicación de una nueva técnica y de una nueva política.

La India ofrece un buen ejemplo, adoptando nuevas variedades de trigo y de arroz de fuerte rendimiento —especies enanas de México y Filipinas—, que utilizan de manera ventajosa hasta tres o cuatro veces más de abono que las especies comunes, permiten asociadas a la irrigación y al empleo de pesticidas doblar o triplicar el rendimiento. Medidas políticas también fueron tomadas: aumento de inversiones en la agricultura y la garantía de los precios del mercado.

Si la revolución verde constituyó un éxito extraordinario en materia de

FIGURA 3

LA EVOLUCIÓN DE LA POBLACIÓN
(en miles de millones)



FUENTE: R. E. Miles, "Three Ways to Solve the Population crisis", *The Futurist*, octubre, 1971

producción de cereales alimenticios, trae consigo una serie de problemas nuevos. Por una parte, son necesarias investigaciones agrícolas prolongadas y costosas, puesto que es probable que una variedad de semilla no dure más que algunos años y deba ser remplazada por otras variedades nuevas, a medida que nuevas enfermedades aparezcan. Por otra parte, exige un servicio de capacitación agrícola intensivo e inversiones masivas para la irrigación y la producción de abonos. El crecimiento de la producción implica igualmente el mejoramiento de las instalaciones de comercialización, de distribución, y conceder créditos mucho más importantes a los agricultores. Es difícil mantener en favor de los agricultores un conjunto de estímulos suficientes para provocar la producción necesaria, y adoptar las técnicas nuevas y la diversificación de cultivos.

En fin, aparece la tecnología alimenticia. Nuevos métodos de tratamiento son destinados a estabilizar los alimentos, a volverlos almacenables y a efectuar de una manera más eficiente, en las fábricas de productos alimenticios, operaciones que correspondían hasta hace poco a las amas de casa: desplumar y vaciar las aves, pelar las frutas, desprender las espinas del pescado, etcétera. En el transcurso de los últimos años el porcentaje de los alimentos preparados y envasados, como las sopas deshidratadas y los cereales para el desayuno, están en constante aumento.

Un progreso importante es la síntesis de alimentos.⁸ Es posible producir nutrimentos por síntesis química directa y esto puede ser una fuente importante de alimentos para las poblaciones futuras. Se ha descubierto, por ejemplo, un gran número de vitaminas. En muchos países los reglamentos de salud pública exigen enriquecer con vitaminas los alimentos. La vitamina B, a la harina blanca; la vitamina B₁, al arroz; la vitamina D, a la leche en polvo para bebés.

Otro campo de la química de síntesis es la producción de aminoácidos en gran escala, para satisfacer las necesidades alimenticias de comunidades importantes. Se mejoran principalmente las dietas a base de maíz, agregando diferentes tipos de aminoácidos para completar las proteínas. Las grasas, tercer componente principal de la alimentación, es el único producto que se haya fabricado masivamente a partir de una fuente no alimenticia y aún de materias primas incomedibles, como el carbón y el petróleo.

La fabricación de los alimentos se somete, a la vez, a la ley de la ciencia y a las reglas económicas. Existe un mercado para las vitaminas, colorantes, aromatizantes, antisépticos, etcétera. La fabricación masiva de grasas, de proteínas y de hidratos de carbono es posible. Algunos investigadores americanos calcularon las consecuencias prácticas de la síntesis de alimentos como una extensión de la tecnología alimenticia. Ellos estiman en 13 000 millones de dólares por año la inversión en fábricas químicas, necesaria para alimentar totalmente 53 millones de personas, el equivalente anual del aumento de la población mundial. Aunque esos 13 000 millones representan siete veces la in-

⁸ M. Pyke, *L'homme et ses Aliments*, Hachette, 1970.

versión anual de toda la industria química norteamericana, es muy inferior a los gastos de armamento y al presupuesto para viajes a la luna.

Producción industrial

¿Cuáles son las materias primas minerales?⁹

- a) Los productos energéticos sólidos, como el carbón; líquidos, como el petróleo; gaseosos, como el gas natural;
- b) Los metales: hierro, manganeso, cromo, cobre, zinc, plomo, oro, etcétera;
- c) Las materias no metálicas, como el azufre, la sal, los fosfatos, etcétera;
- d) Los materiales de construcción: arenas, grava, piedra, etcétera.

¿Qué representan desde el punto de vista económico? En 1970, es decir, antes de la multiplicación del precio del petróleo, el valor de la producción minera mundial representaba el 3 o 4 por ciento de PNB mundial, y de ese porcentaje el 50 por ciento correspondían a los productos energéticos. Se insiste mucho sobre el agotamiento de los recursos minerales y sus reservas. Políticamente hablando, esas reservas son relativas en el tiempo y en el espacio. Las minas se abren o se cierran, si esto sirve para estabilizar el régimen político de un país.

Sin embargo existen ciertos límites. Los recursos son finitos. El límite más importante es la cantidad de energía necesaria para extraer los metales de los minerales. En efecto, no existe "humanamente" ninguna limitación física para cualquier materia prima o para los materiales de construcción. Pero en la producción energética se encuentran rápidamente los límites. Esto se debe a que la corteza terrestre está compuesta de rocas, y si se dispusiera de mucha energía a bajo precio, se podría explotar el granito y obtener aluminio, hierro, cobre, plomo, oro, plata, uranio... y existen enormes cantidades de granito, miles de millones de toneladas. Para lograr esto se debe disponer de una fuente de energía prácticamente infinita y casi gratuita.

Ahora bien, si el problema principal es el de la energía, ¿cuál será la cantidad de energía disponible en el futuro? Frémont Félix¹⁰ y su grupo elaboraron un modelo mundial de crecimiento económico y energético, a partir del consumo de energía total y del consumo por habitante de todos los países del mundo, datos publicados en el *World Energy Supplies Statistical Papers* de las Naciones Unidas; y procediendo por etapas de cuatro años de crecimiento, obtuvieron una curva con una semirrecta, que indujo en error a nume-

⁹ C. Guillemin, "Croissance, Crise et Matières Premières", 2000, núm. 30, 1975, pp. 3-4.

¹⁰ F. Félix, "Modèle Mondial de Croissance Économique et Énergétique", *Analyse et Prévision*, tomo XIII, núm. 6, 1972, pp. 709-726.

rosos científicos, que interpretaron esa sección rectilínea como prueba de un crecimiento exponencial catastrófico. Ahora bien, es normal que al principio de la industrialización y de su intensificación existan necesidades considerables de energía, que provocan un decremento en la tasa de expansión. Pero una vez que las necesidades industriales son satisfechas, es inútil todo crecimiento energético adicional.

En nuestros días el consumo mundial de energía es equivalente a ocho mil millones de toneladas de carbón, que corresponden, aproximadamente: el 40 por ciento al petróleo; 18 por ciento al gas, y 2 por ciento a la electricidad de origen hidráulico y un porcentaje muy pequeño a la energía nuclear. Con base a una tasa de consumo sin aumento considerable, se puede estimar los años que estos recursos podrían durar: de 1 000 a 1 500 años, el carbón; de 100 a 150, el petróleo; de 50 a 80, el gas, y utilizando el uranio de una manera convencional, de 200 a 250 años. Sin embargo en estas previsiones¹¹ existe un margen de error muy grande, que podemos comprobar analizando el cuadro siguiente (número 3), en donde se estima el periodo en que el gas, el carbón y el petróleo desaparecerán del planeta.

CUADRO 3

PREVISIONES EFECTUADAS PARA EL GAS, EL CARBÓN Y EL PETRÓLEO

	<i>Año de la previsión</i>	<i>Vida (en años)</i>	<i>Fecha de agotamiento</i>
Gas natural	1952	84	2036
	1962	48	2010
	1968	48	2017
	1970	38	2008
	1971	20	1991
Carbón	1913	5940	7853
	1913	5820	7733
	1937	3720	5667
	1937	217	2154
	1937	595	2532
	1948	2200	4148
	1948	3420	5368
	1948	3600	5548
	1949	4948	6728
	1949	3780	5728
	1952	500	2452
	1952	258	2210
	1953	3850	5803
	1955	3846	5801
	1957	700-843	2657-2800
1961	1270	3231	
1968	3300	5268	
1969	3700	5669	

¹¹ R. Hamil, "The Depletion of Fossil Fuels: A Survey of Past Forecast", *The Futurist*, agosto de 1972.

Petróleo	1920	81	2001
	1920	57	1977
	1933	19	1952
	1935	12	1947
	1935	18	1953
	1935	23	1958
	1937	26	1953
	1948	12-160	1970-2108
	1950	30	1980
	1951	25	1976
	1952	100	2052
	1952	123	2075
	1952	136	2088
	1952	159	2111
	1953	23	1976
	1955	25	1980
	1957	118	2075
	1959	38	1997
	1960	38	1998
	1960	40	2000
	1961	33	1994
	1962	36	1998
	1963	32	1995
	1963	35	1998
	1964	31	1995
	1965	30	1995
	1966	35	2001
	1968	35	2003
	1969	35	2004
	1971	30	2001

FUENTE: R. Hamil, "The Depletion of Fossil Fuels: a Survey of Past Forecast", *The Futurist*, agosto, 1972.

El futuro reside, entonces, en las fuentes de energía renovables, entre otras, la hidro-electricidad, la energía solar, las mareas, la geotérmica, la energía del viento y la fotosíntesis. Existe también la posibilidad de utilizar, como fuente de energía, los desechos orgánicos sólidos; sin embargo todos los esfuerzos tecnológicos persiguen la energía de fusión, pero existen aún innumerables problemas técnicos por resolver.

Problemas políticos planteados

Desigualdad al consumo: en promedio, un norteamericano consume actualmente tres veces más que un europeo, quince veces más que un habitante del Tercer Mundo y en particular veinticinco veces más que un chino. Hay que subrayar la importancia de la desigualdad al consumo en materias primas minerales entre las diferentes zonas económicas del globo. Los Estados Unidos con 6 por ciento de la población mundial, consumen 32 por ciento de las materias primas minerales. Como la población mundial doblará hacia el año

2010, si las desigualdades actuales al consumo disminuyen, el consumo de energía por habitante en los países desarrollados será netamente más débil que ahora.

Falta de política de recursos: prácticamente no existe una política internacional para las materias primas minerales, a excepción del petróleo, el estaño y el cobre. Si se quiere evitar que se ahonde la fosa entre países ricos y pobres, abismo que corre el riesgo de producirse en los próximos siglos, será necesario realizar acuerdos internacionales para el conjunto de la humanidad, que disponen de grandes recursos en materias primas minerales, de una población importante y de una tecnología avanzada. Los ricos-pobres con una población importante, una tecnología avanzada, pero con muy pocas reservas minerales. Los pobres-ricos que poseen grandes recursos y casi nada de población. En fin, los pobres-pobres que representan el 50 por ciento de la población del planeta, que no poseen recursos y están condenados a seguir de una manera rigurosa las consecuencias de una política mundial.

*La controversia nuclear:*¹² la prensa difundió ampliamente los argumentos de los adversarios de la política nuclear, especialmente sobre los puntos siguientes:

- El problema de la acumulación de desechos radioactivos;
- El problema del sobrecalentamiento de las aguas de los ríos;
- Los riesgos de contaminación radioactiva como consecuencia de un accidente en el funcionamiento de un reactor o en el procesamiento de combustibles radioactivos;
- Los riesgos asociados a la utilización masiva del plutonio.

A cada una de estas cuestiones los poderes públicos se han esforzado en aportar una respuesta. Sin embargo el simple hecho de que la comunidad científica toma posiciones contradictorias, sugiere que las respuestas dadas son por el instante incompletas e insuficientes.

La agravación del hambre: si el profesor Revelle de la Universidad de Harvard se muestra optimista cuando indica que la tierra puede alimentar cincuenta mil millones de hombres tomando en cuenta las tierras cultivables, la imaginación y la energía necesaria para la agricultura intensiva, el profesor Ramada,¹³ de la Universidad de París, más reservado, tomando en cuenta los datos tecnológicos disponibles y los límites previsibles, se inclina por un efectivo máximo de diez mil millones de hombres, cifra admisible para la ecósfera. El profesor Harroy,¹⁴ de la Universidad de Bruselas, el más pesimista,

¹² J. C. Derian, "L'Énergie Nucléaire et l'Exercice de la Démocratie", *Futuribles*, tomo 1, núm. 3, 1975, pp. 205-212.

¹³ F. Ramada, *Eléments d'Écologie Appliquée*, Ediscience/McGraw-Hill, 1974.

¹⁴ J. P. Harroy, *L'Agravation de la Famine Dans le Tiers-Monde*, Incide, 1975 (mimeografiado).

enuncia un cierto número de amenazas que podrían llevar a la humanidad hacia "empobrecimientos crecientes, cualitativos y cuantitativos, de los recursos naturales". La reflexión del profesor Harroy prevé que para alimentar los tres mil millones de hombres esperados para el año 2000, va ser necesario cultivar el resto de las tierras, lo que causaría la destrucción de todos los bosques y la degradación de suelos, aguas, cobertura vegetal, fauna salvaje, etcétera; pero lo peor es que sin estar asegurada la producción de víveres necesaria a la supervivencia de la población mundial y, especialmente para el Tercer Mundo, el problema se replantearía en el año 2000.

II. Los modelos globales

La publicación de *World Dynamics* y *The Limits to the Growth*, en 1971 y 1972 respectivamente, despertó fuertemente el interés por los modelos dinámicos de simulación con la ayuda de la computadora.

Los sistemas dinámicos fueron diseñados en un principio para estudiar la política de empresas industriales, pero tal fue el éxito alcanzado, que en la actualidad se aplican en los campos más diversos: para estudiar la diabetes, para conocer los factores sociales que afectan la adicción a las drogas, para observar el comportamiento de las organizaciones de investigación y desarrollo, en la dinámica urbana y recientemente en la simulación del mundo como un sistema ecológico social.

Los sistemas dinámicos, como los modelos matemáticos, presentan dos ventajas: la riqueza de inferencia y el rigor y claridad. La riqueza de inferencia se manifiesta, ante todo, por el hecho de que toda información relativa al sistema estudiado se encuentra contenida dentro de un número pequeño de axiomas. De estas premisas se deducirán todas las proposiciones relativas a la dinámica, a la estática y a la estática comparativa del sistema, proposiciones que en principio pueden ser confrontadas a la realidad. De esta manera el modelo permite explicar o predecir (de acuerdo con los axiomas) fenómenos muy complejos. El interés por la dinámica de sistemas reside en la clarificación que puede aportar en la toma de decisiones políticas, sean a nivel local, nacional o mundial. En efecto, las limitaciones de los métodos tradicionales (impotentes ante la complejidad de los sistemas macrosociales) y de la intuición (peligrosa por el carácter "contra-intuitivo"¹⁵ de su comportamiento) hacen de la dinámica de sistemas un instrumento de acción indispensable en la solución de los grandes problemas actuales: subdesarrollo, inflación, escasez de materias primas, desarrollo urbano, contaminación, etcétera.

Ahora bien, las recomendaciones que han aportado el modelo de la ciudad y el modelo del mundo, han sido fuertemente criticadas, porque se apoyan en predicciones sin fundamento, porque obedecen a criterios inconfesables y porque se inscriben en una lógica tecnocrática.

¹⁵ J. W. Forrester, "Understanding the Counter Intuitive Behavior of Social Systems", en *Systems Behavior*, Harper & Row, 1972.

El informe al Club de Roma

En junio de 1970 el Club de Roma realiza su primer "congreso" en Berna, Suiza. El profesor Forrester, que asistía a la reunión, propuso adaptar su modelo dinámico y realizar un modelo global, abarcando al mundo entero y a varios niveles. Un mes después algunos miembros del Club de Roma viajan al MIT para estudiar las posibilidades que ofrecía el modelo de computadora. Para entonces, Forrester, que había realizado un trabajo considerable, fue muy convincente y el comité ejecutivo del Club de Roma decidió establecer un programa de investigación durante un año.¹⁶

En 1971 aparece *World Dynamics*,¹⁷ donde un modelo bautizado "World 2" simula el crecimiento mundial en el curso de los próximos años. Forrester había probado su modelo y ajustado los parámetros, con el fin de asegurar la reproducción, de manera plausible, de las tendencias generales del crecimiento registrado entre 1900 y 1970. Utilizando la extrapolación obtuvo la curva del crecimiento hasta el año 2100.

El primer modelo del mundo fue escrito en un lenguaje bastante técnico y no pudo levantar la reacción que esperaba el Club de Roma. Fue así que los *Meadows* y su grupo se lanzaron en la construcción de otro modelo, "World 3", que es de hecho una extensión mucho más sofisticada del modelo "World 2". Y he aquí que en 1972 *The Limits of the Growth*¹⁸ provoca una controversia a escala mundial, que aún continúa. La utilización intensiva de los medios masivos de comunicación demuestra que esta polémica no es solamente a nivel de especialistas, sino que es parte de un debate más amplio sobre la significación, a largo plazo, del desarrollo social, político y económico del mundo.

El modelo de los *Meadows* calcula, en función del tiempo, los valores de cinco funciones interrelacionadas: población, producción industrial *per capita*, alimentos *per capita*, contaminación y recursos naturales no renovables. Los autores del modelo se esforzaron en buscar el máximo de relaciones cuantificables entre las diversas variables. Por ejemplo, se establecieron relaciones entre:

1. La población, la producción industrial y los recursos naturales no renovables;
2. La población, la tasa de urbanización, la superficie de tierras cultivables, la contaminación y la tasa de mortalidad.

Todos los elementos se interconectaron en el modelo, aunque un cierto número de valores permanecieron fuera de circuito. Algunos de esos valores son, en principio, medibles: la existencia (en un cierto tiempo) de los recursos

¹⁶ R. M. Koff, "An End to all This", en *Our Chemical Environment*, Canfield Press, 1972.

¹⁷ J. W. Forrester, *World Dynamics*, Wright-Allen Press, 1971.

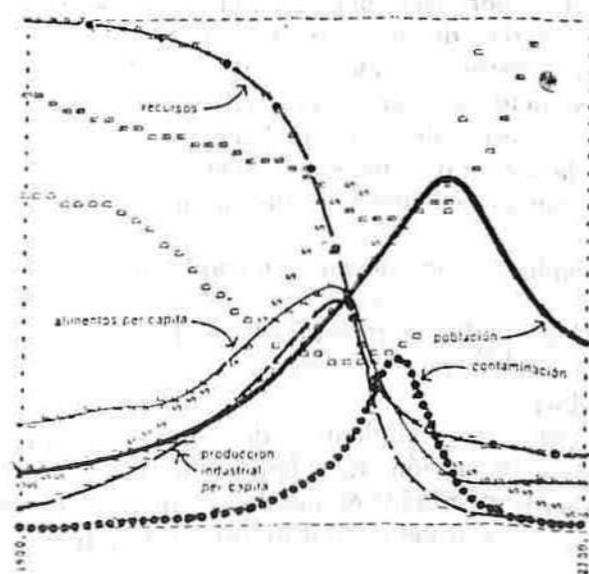
¹⁸ D. H. Meadows, et al., *Los límites del crecimiento*, México, FCE, 1972.

naturales no renovables, la tasa de natalidad biológica máxima, la superficie de tierras potencialmente cultivables.

La evolución de aquellos parámetros que no pueden ser medibles, pueden estadísticamente ser estimados, durante periodos relativamente largos, gracias a un sólido conocimiento y a la extrapolación de esas tendencias: tasa de urbanización, tasa de sobrepoblación, rendimiento del capital, duración promedio del capital y la utilización del capital. Las variaciones de estos últimos valores pueden ser modificados por la acción de factores socio-económicos. Sin embargo es posible conferir una gama de valores arbitrarios que, naturalmente, influirán en el comportamiento del modelo global descrito por el MIT. El funcionamiento normal (figura 4) del modelo "World 3" se traduce en una extrapolación de las tendencias actuales. Éstas suponen que no se producirá ningún cambio importante en las relaciones físicas, económicas y sociales, que han gobernado históricamente el desarrollo del sistema mundial. Todas las variables de la gráfica obtenida, efectivamente, tomaron los valores reales entre 1900 y 1970. Los recursos alimenticios, la producción industrial y la población crecen exponencialmente, hasta que la disminución rápida de los recursos conduce a una disminución del crecimiento industrial. A causa del retraso natural del sistema, la población y la contaminación continúan creciendo durante un cierto tiempo, más allá de la cima alcanzada por la industrialización. El crecimiento de la población termina por frenarse, a consecuencia de un crecimiento de la mortalidad, de la disminución de recursos alimenticios.

FIGURA 4

SECUENCIA TIPO DEL MODELO MUNDIAL.



De esta manera, la primera hipótesis formulada por el equipo *Meadows* fue la del mantenimiento de las tendencias actuales: crecimiento demográfico y crecimiento económico evolucionando como en el periodo comprendido entre 1900 y 1970. El resultado obtenido fue el hundimiento total del sistema aproximadamente a la mitad del siglo XXI. Este hundimiento resulta del agotamiento de los recursos naturales, debido a un consumo individual creciente de bienes materiales y por una población que crece exponencialmente hasta que la contaminación y la disminución de la dieta alimenticia provocan un aumento rápido de la mortalidad.

Diversas hipótesis fueron entonces formuladas para encontrar otras soluciones: duplicación de los recursos naturales (descubrimiento de nuevas reservas de petróleo, de minerales, etcétera), reciclaje de los productos usados, control de la natalidad, control de la contaminación. Sin embargo el aumento de los recursos naturales no modifica en nada el resultado final. Ninguna de las hipótesis simuladas modificó fundamentalmente el comportamiento del sistema. La catástrofe sería aplazada en una o dos décadas. Ésta se produce cuando la contaminación se vuelve incontrolable. En el caso contrario, el agotamiento acelerado de los recursos naturales sería la causa. En los otros casos, la dieta alimenticia va más allá del umbral mínimo, por la escasez de tierras de cultivo y por el agotamiento de las tierras sembradas intensivamente.

Existe, sin embargo, una combinación de hipótesis que permite alcanzar un estado estable:

1. Tasa de mortalidad y de natalidad equilibradas a partir de 1975 (lo que supone una política de regulación de nacimientos y de métodos contraceptivos eficaces);
2. Reducción al 25 por ciento del valor, en 1970, de los recursos naturales no renovables, por unidad de producto industrial;
3. Reducción al cuarto del valor, en 1970, de la tasa de contaminación por unidad del producto agrícola e industrial;
4. Transferencia masiva de capitales hacia los sectores agricultura y servicios, con el fin de asegurar a todos una dieta alimenticia correcta. La ejecución de las hipótesis precedentes permite un "modelo global estabilizado".

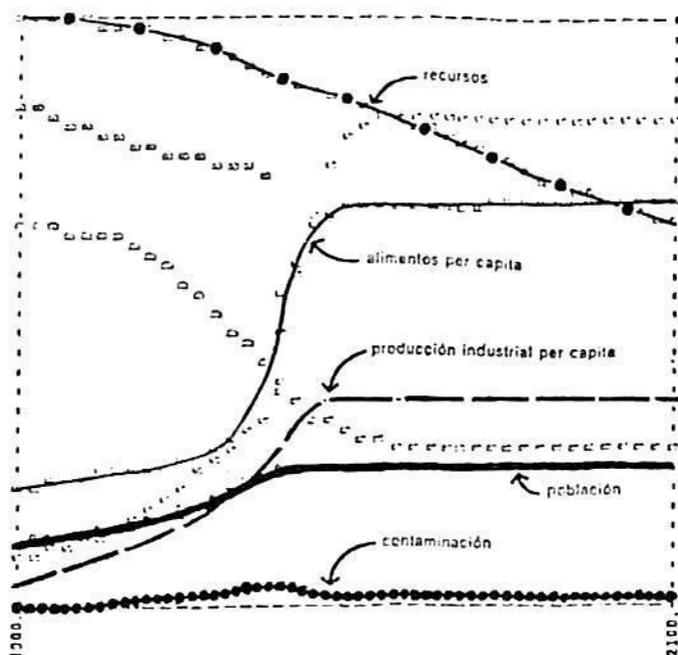
Esas nuevas combinaciones tienen por corolario:

1. Una modificación de las prioridades en la utilización de los ingresos familiares: educación, higiene, cuidados médicos, en relación al consumo de productos fabricados;
2. Una política de enriquecimiento y de conservación del suelo, para evitar su agotamiento y su erosión. Esta política implica, entre otras, el tratamiento de los desperdicios orgánicos urbanos y su transformación en abono;
- 3 La utilización racional del capital industrial, la fabricación de productos

¹⁹ J. Delaunay, "Sur le Rapport du MIT", *Les Cahiers Français*, julio-agosto de 1973.

FIGURA 5

MODELO MUNDIAL ESTABILIZADO I



FUENTE: D. H. Meadows, *et al.*, *op. cit.*

durables, fácilmente reparables con un mínimo de materias primas, y la recuperación y el reciclaje de productos usados.

Los contramodelos

“World 3” recibió intensas críticas²⁰ del mundo entero. Si su creación fue necesaria para llamar la atención sobre la gravedad de los problemas que plantea la prosecución del crecimiento económico y demográfico, la iniciativa “con toda seguridad sobrepasó sus límites técnicos” al abordar el problema difícil del largo plazo.

La hipótesis de que el mundo no cambiará su estructura de manera importante en el transcurso de los próximos cien años, es frágil. Pensar en el carácter permanente de las cadenas causales es delicado. Los mismos autores

²⁰ Un documento que recoge las principales reacciones a este respecto fue publicado bajo el nombre de *Growth and Its Implications for the Future* (Washington, U. S. Government Printing Office, 1973).

son conscientes, puesto que preconizan un cambio fundamental de valores, especialmente en el consumo y en la demografía.

Anexo al texto del Informe Meadows, el Club de Roma publicó un comentario en el cual expone las críticas formuladas al modelo, por sus propios miembros y por diversos especialistas a los cuales el informe se sometió. Las principales críticas versan sobre:

1. El carácter parcial de las interacciones estudiadas;
2. La poca importancia acordada a las posibilidades que ofrece el descubrimiento de nuevas técnicas y principios científicos;
3. La subestimación de las reservas de materias primas;
4. El descubrimiento de nuevas reservas que permitiría preparar soluciones más adecuadas;
5. El carácter demasiado "tecnócrata" del modelo.

Dos contramodelos contestan ese informe: el modelo de Bariloche (Argentina) y el de la Universidad de Sussex.

La publicación de *Los límites del crecimiento* fue objeto de irritación para numerosos países en vías de desarrollo, y la Fundación Bariloche preparó un contramodelo. Un grupo pluridisciplinario, bajo la dirección de Amilcar O. Herrera, realizó una "alternativa al modelo MIT".²¹ Las hipótesis de base son:

La catástrofe que se predice es ya una realidad cotidiana para una gran parte de la humanidad... Los obstáculos al desarrollo de la humanidad no son materiales —al menos en un futuro previsible—, sino socio-políticos, y dependen de la distribución actual de fuerzas a nivel internacional y nacional.

El modelo de Bariloche incluye dos funciones esenciales: la primera, toma en cuenta cuatro niveles económicos intermedios entre los países más desarrollados y los países menos desarrollados, en lugar de considerar el mundo como un todo indiferenciado; la segunda, introduce la noción de un "índice de bienestar", por medio del cual se intenta definir la totalidad de bienes (físicos, espirituales y culturales) que cada persona tiene necesidad para alcanzar su *status* de ser humano.

El modelo comprende funciones hoy clásicas (población, producción agrícola, vivienda, energía, recursos naturales) e introduce, además, la función educación, como una necesidad fundamental de una sociedad verdaderamente democrática, en donde "las decisiones serían tomadas por la base, y no al contrario, que es la situación actual"; se trate de países capitalistas o socialistas.

²¹ Los fragmentos de este contramodelo fueron tomados del número 43 de *La Recherche*, correspondiente a marzo de 1974.

A partir de esos datos el modelo intenta demostrar la posibilidad de un porvenir utópico.

La utopía rechaza el rigorismo falso y el realismo falacioso, que consagran los elementos de control existentes como si fueran "naturales" y "dados" para siempre. La utopía incorpora una dimensión futura... expone y rechaza las ideologías que tienden a justificar el orden existente, la dominación, los privilegios, la injusticia y la opresión.

El modelo matemático de la Fundación Bariloche es más "normativo" que "explorativo", es decir, el modelo permite determinar si un objeto puede ser alcanzado sin ir más allá de las posibilidades tecnológicas y sin los recursos del planeta. En este contexto, las funciones clásicas introducidas al modelo, por medio de datos científicos y de proyecciones, se imbrican para dar conclusiones tan optimistas, como las de los Meadows, pesimistas. Así, se puede afirmar que, en condiciones sociales favorables, la América Latina para 1990 puede producir alimentos suficientes para nutrir mil cuatrocientos millones de personas; siendo la población actual del orden de 300 millones, alcanzaría 700 para el año 2000. El modelo demuestra que ni el agotamiento de los recursos naturales, ni el de las fuentes de energía, intervienen para frenar este crecimiento.

El otro contramodelo, *Models of Doom*,²² de la Universidad de Sussex, comprende dos partes. En la primera, los autores examinan detalladamente cada uno de los cinco subsistemas del modelo "World 3" y las relaciones que existen entre ellos. En la segunda, se encuentra un análisis de los fundamentos ideológicos que influenciaron la elección de las hipótesis de base del modelo MIT. Como se indica en la introducción del estudio, la elección de esas hipótesis es una cuestión de juicio, más que de hechos o de matemáticas. Por consiguiente, en la elaboración de un modelo, como en las otras ramas de las ciencias sociales, es prudente interrogarse sobre las concepciones *a priori* del constructor del modelo, y no dejarse llevar por la falsa objetividad de un aparato matemático complejo.

Los cinco subsistemas (cada uno es el objeto de un capítulo separado) son recursos naturales, población mundial, alimentación, capital y contaminación. El equipo de Sussex concluyó que las hipótesis de base de cada uno de los subsistemas no eran satisfactorios, con excepción de las utilizadas en el sistema de población, que es el más realista y el más cuidadosamente construido. Aparecen como particularmente débiles las suposiciones de los subsistemas: recursos naturales, capital y contaminación, por falta, evidente, de información. El modelo anterior, "World 2" de Forrester, no estaba fundado en estadísticas mundiales precisas, y el equipo de Meadows hizo todo lo posible por obtener y utilizar las informaciones más sólidas; sin embargo, en su mayoría, esos

²² H. S. D. Cole, et al., *Models of Doom: A Critique of the Limits to the Growth*, New York, Universe Books, 1973.

datos no son confiables. No se puede criticar al equipo MIT de la ausencia de estadísticas, pero se le puede objetar el haber sostenido con tanta fuerza y seguridad los resultados de un modelo, donde los fundamentos son muy frágiles.

Así, por ejemplo, no existe ningún dato empírico que permita construir el subsistema contaminación; no existe ningún medio de agrupar las diferentes amenazas en un solo dato global, y hay menos razón para suponer que este peligro de contaminación crecerá exponencialmente con el aumento de las inversiones financieras. Por lo que toca al subsistema, los recursos naturales, las estadísticas mundiales, son mejores. El equipo MIT realizó un esfuerzo considerable en el inventario de los diferentes productos minerales del mundo. Ahora bien, según el estudio del grupo de Sussex, el MIT tuvo un error al confundir los "límites físicos absolutos" con las cifras de los yacimientos minerales conocidos. Las cantidades absolutas de materias primas disponibles en la corteza terrestre y en los océanos son más que suficientes para superar los plazos indicados por el informe MIT. El problema no es el del potencial geológico, sino más bien el de las técnicas de prospección, de extracción, de tratamiento y de reciclaje de recursos naturales.

Modelo interactivo a varios niveles

Lo que distingue el modelo mundial de Mesarovic y Pestel²³ de los precedentes (Forrester, Meadows) es una concepción del mundo fundada en las diferencias regionales. Es una presentación a varios niveles (estratificados) y con una evolución en el tiempo que depende de las decisiones socio-políticas, confrontadas con la realidad.

El modelo mundial fue concebido como un método de decisión. Hombre y computadora se asociaron para analizar las consecuencias que se producirían al tomar una u otra decisión. La computadora contiene la representación dinámica de una situación (problema), las alternativas posibles y las limitaciones que deben ser observadas. El que va a tomar la decisión, por su lado, observa los cambios producidos durante la evolución del sistema durante un cierto plazo (por medio de un grupo de indicadores) y juzga cuando una acción correctiva debe intervenir. También se puede pedir a la computadora informaciones suplementarias sobre un punto en especial, sobre las limitaciones o sobre las posibilidades. Así, el hombre decide sobre los valores, las prioridades, los costos y el grado de riesgo que se va a correr; la computadora indica las diferentes alternativas a escoger y las consecuencias a corto, medio y largo plazo (de uno a tres, de tres a diez y más de diez años).

Para facilitar la comunicación con la computadora se diseñó un lenguaje especial. De hecho, este lenguaje no es más que un código. La computadora

²³ M. Mesarovic y E. Pestel, *Stratégie pour Demain*, Seuil, 1974, M. Mesarovic, *et al.*, "An Interactive Decision Stratum for the Multilevel World Model", *Futures*, agosto de 1973.

comprenderá las formulaciones matemáticas o gráficas por medio de frases en inglés o por medio de datos. Por ejemplo; PDI significa Decisión Política número 1; EGR, Economía, gráficas de información sobre valores de referencia; PES, Política, explicación de la estrategia.

Los principios sobre los que se estructura el modelo Mesarovic-Pestel son:

1. El sistema mundial está representado por subsistemas independientes o regiones. El mundo no puede ser considerado como un conjunto uniforme, sino todo lo contrario, compuesto de regiones distintas ligadas entre ellas. El modelo se divide en diez regiones: América del Norte, Europa Occidental, Japón, Australia, África del Sur y el resto de los países desarrollados con una economía de mercado, Europa Oriental, comprendida la Unión Soviética, América Latina, África del Norte y el Medio Oriente, África Tropical, Asia del Sur y China.

2. Los sistemas de desarrollo regional están representados por un conjunto de descripciones de procesos esenciales que determinan su evolución: cambios físicos, ecológicos, tecnológicos, económicos, sociales, etcétera. Estas descripciones están relacionadas por medio de un dispositivo jerárquico a varios niveles, reflejando las disciplinas científicas correspondientes.

3. Se toma en cuenta la capacidad evidente del sistema de desarrollo mundial para adaptarse y cambiar: se dispone, en efecto, de medios para evitar o atenuar las dificultades que le esperan en su evolución.

Al conjunto multidisciplinario de descripciones del desarrollo regional corresponde una estructura jerárquica con los niveles o estratos. El comportamiento del sistema mundial está representado por cinco niveles:

1. El estrato individual refleja el mundo interior del hombre, su naturaleza psicológica y biológica.

2. El estrato colectivo representa el sistema de disposiciones institucionales y los procesos sociales del hombre en tanto que ser colectivo.

3. El estrato demo-económico comprende los "sistemas de contabilización" que los hombres han concebido para llevar el registro de su población y de los bienes consumidos o producidos; es decir, para proseguir los procesos demográficos y económicos.

4. El estrato de la tecnología agrupa todas las actividades humanas, desde la agricultura hasta las comunicaciones por satélite.

5. El estrato del medio ambiente comprende los mecanismos geográficos del medio ambiente físico del hombre (clima, tierra, agua, aire, recursos naturales, etcétera) y los mecanismos ecológicos al seno del medio ambiente biológico del hombre, los reinos vegetal y animal de los que dependen la existencia misma del hombre.

La versión original del modelo se llama "modelo causal", porque se basa en el principio "causa-efecto". El modelo suplementario se llama "modelo de toma de decisiones", porque representa ciertos aspectos de las actividades

de decisión sobre dos estratos más elevados que puedan ser estudiados con computadora.

El modelo Mesarovic-Pestel describe diferentes opciones —escenarios— del desarrollo futuro del sistema mundial. El primer escenario, llamado *standard*, supone: que no cambia nada en la situación actual del problema. La ayuda a los países subdesarrollados permanece constante. Para no conceder mucha importancia al crecimiento demográfico, se hace una hipótesis razonable (como consecuencia de medidas restrictivas a la natalidad), donde la población cesa de aumentar en un plazo de treinta y cinco años. Los resultados del análisis de la computadora son muy inquietantes. El abismo entre el ingreso medio por habitante de los países ricos y de los países pobres no disminuye, sino por el contrario, aumenta. Se pasa de 5 contra 1 a 8 contra 1. En valor absoluto, la diferencia de 2 000 dólares en nuestros días aumentaría a más de 10 000 dólares por habitante. Para el Asia del Sur, la diferencia pasaría de 2 500 a 13 000 dólares, o lo que es lo mismo de 20 a 1. ¿Qué se puede hacer para evitar esto, a qué precio y cuándo? El profesor Tinbergen propone como objetivo reducir la diferencia a 5 contra 1 para las regiones menos desarrolladas, y de 3 contra 1 para las regiones económicamente más avanzadas, como América Latina. Pero no es posible lograr esto para el año 2 000, dado el monto de la ayuda necesaria, la carga que resulta para el mundo desarrollado y las posibilidades limitadas de absorción de tal ayuda por las regiones en desarrollo.

Segundo escenario: ¿cuál sería el monto de la ayuda necesaria, para reducir la diferencia entre países ricos y países pobres, de 5 contra 1 a 3 contra 1, es decir, a un nivel de autosuficiencia en el año 2025? La respuesta: la ayuda anual debería elevarse a 500 mil millones de dólares hacia el fin de este periodo, sea un total de 7 200 mil millones de dólares en el transcurso de los próximos 50 años.

Tercer escenario: suponiendo que las tendencias actuales del desarrollo se prosigan hasta el año 2000, y que se realice, entonces, un esfuerzo por alcanzar el objetivo de Tinbergen para el año 2025, ese retardo costaría un suplemento de 3 500 mil millones de dólares, sea 10 700 mil millones para obtener el mismo resultado.

Cuarto escenario: si, por el contrario, los países ricos se deciden a actuar más rápidamente y ayudar a los países pobres a alcanzar el mismo resultado veinticinco años más pronto: en el año 2000 en lugar del año 2025. El análisis de la computadora muestra que el costo anual de la intervención se elevaría a 250 mil millones de dólares y el costo total a 2 500 mil millones de dólares.

Otros escenarios fueron desarrollados por Mesarovic-Pestel para la población, para los recursos naturales, para la alimentación, etcétera. Todos los escenarios demuestran la necesidad de un cambio completo y sin precedente en la organización actual del mundo. Las conclusiones finales a las que llegan Mesarovic y Pestel del análisis del porvenir del mundo a partir de su modelo se pueden resumir como sigue:

1. El mundo no puede concebirse en función de las diferencias culturales, de sus tradiciones y de su desarrollo económico; es decir, como un sistema de regiones diferentes pero interdependientes. Una concepción monolítica del mundo sería errónea.

2. No se corre el riesgo de un hundimiento generalizado del sistema mundial, sino la producción de catástrofes a escala regional, quizás antes del siglo próximo. Sin embargo siendo el planeta una unidad, tales catástrofes tendrán repercusiones en todo el sistema.

3. Para evitar tales catástrofes la única solución es la de actuar a nivel mundial y emprender únicamente acciones globales.

4. Cualquier retraso en la ejecución de políticas globales será no sólo nefasto y ruinoso, sino mortal.

5. Únicamente el paso del crecimiento indiferenciado a un crecimiento equilibrado, diferenciado, comparable al crecimiento orgánico, podrá permitir una solución global. Es indiscutible que el crecimiento indiferenciado se desarrolla como un cáncer y terminará por ser fatal.

III. *¿Hacia una eco-catástrofe?*

La calidad del medio donde vivimos se degrada a un ritmo sin precedente y, paradójicamente, la degradación del medio parece aún lejana; en lo inmediato, no preocupa a nadie.

El ejemplo más claro de este proceso es la invasión del ciclo alimenticio por sustancias nocivas tales como el mercurio, el plomo, el cadmio, el DDT,²⁴ y otros compuestos clorados. En efecto, esas sustancias se han encontrado en los tejidos de aves y animales que viven alejados de las zonas donde han sido empleadas. (¡Se ha descubierto DDT en los pingüinos!) Los residuos petroleros y los desechos industriales han contaminado casi toda el agua dulce. El reciclaje natural no puede absorber la cantidad tan grande de aguas usadas y residuos orgánicos. Nubes densas de humos industriales cubren las grandes ciudades y sus contaminantes; transportadas por los vientos, destruyen la naturaleza a cientos de kilómetros de la fuente de contaminación. (El caso de los bosques de Suecia atacados por los desechos industriales de Inglaterra.)

Pero aún más alarmante son las nuevas experiencias tecnológicas (por ejemplo, los transportes supersónicos y la proliferación de centrales atómicas), que olvidan completamente los efectos extremos que pueden ocasionar, a largo plazo, en el hombre y su medio ambiente.

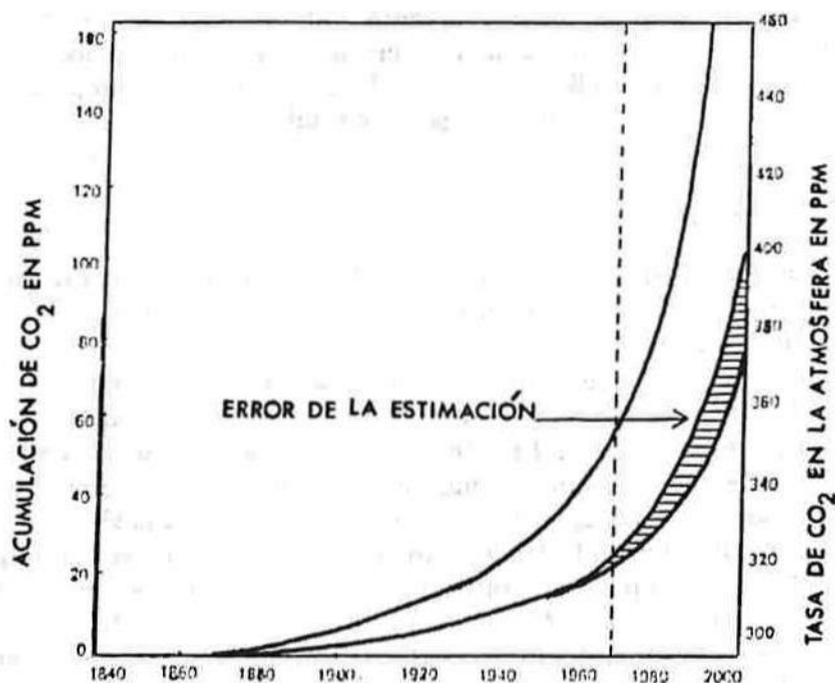
Atmósfera

La atmósfera de las ciudades y de las aglomeraciones industriales se degrada bajo el efecto de emisiones de gas tóxico, producido por fábricas, motores y hornos, comprometiendo la salud del hombre.

²⁴ R. L. Carlson, *Le Printemps Silencieux*, Plon, 1968.

La producción del petróleo bruto, despreciable hace un siglo, en 1973 alcanza 2 550 millones de toneladas métricas por año. La producción de automóviles particulares pasó de 3 millones en 1938 a 27 millones en 1972. Entre 1960 y 1970 el valor total de la producción industrial se duplicó.²⁵ Durante los últimos años la utilización del carbón y de los carburantes derivados del petróleo provocaron un aumento del 10 por ciento del gas carbónico de la atmósfera terrestre; esta tasa puede alcanzar el 25 por ciento en el año 2000.

FIGURA 6

CRECIMIENTO DE LA TASA DE CO₂

FUENTE: J. A. Maga, "Motor Vehicle in Air Pollution and Their Control", en J. N. Pitts y R. L. Metcalf, *Advances in Environmental Science and Technology*, vol. II, Wiley-Interscience, 1969.

La gráfica anterior ilustra el crecimiento de la tasa de CO₂ atmosférico desde 1860 hasta nuestros días y las proyecciones hasta el año 2000. La curva superior representa la tasa acumulada de CO₂. La diferencia de ésta con la gráfica inferior corresponde a la cantidad fijada por la biomasa o absorbida

²⁵ J. Beaujeu-Garnier, A. Gamblin y A. Delobez, *Images Économiques du Monde*, París, Sedes, 1973, J. A. Maga, "Motor Vehicle Emissions in Air Pollution and Their Control" dans J. N. Pitts Jr. et R. L. Metcalf, *Advances in Environmental Science and Technology*, vol. II, Wiley-Interscience, 1969.

por la hidrósfera (disolución); el intervalo entre las dos curvas inferiores corresponde al error de la estimación sobre el crecimiento futuro de esa tasa.

Las consecuencias ecológicas del aumento de la tasa de CO_2 son mal conocidas, pero podrían ser el origen de cambios climáticos y geoquímicos. Según Ramada, la multiplicación por ocho de la tasa de gas carbónico atmosférico produciría una saturación de los mecanismos homeostáticos que regulan la atmósfera y se traduciría por un aumento de 2°C , que traería graves consecuencias para muchas zonas litorales, a causa de la fusión parcial de los cascos polares y de la evolución consecutiva de los océanos. A pesar de todo, según un buen número de meteorólogos, la hipótesis de cambios climáticos es difícil de demostrar y en especial la hipótesis del calentamiento de la tierra, precisamente por la misma variación térmica diaria.²⁶

La combustión incompleta de los materiales fósiles es la causante de los óxidos de carbono, un gas que, además de afectar el equilibrio térmico de la estratósfera, ejerce una acción directa sobre el organismo humano, especialmente en áreas urbanas sometidas al tráfico intenso de vehículos. El óxido de carbono reduce la oxigenación de los tejidos por la sustitución del oxígeno bajo una forma de carboxihemoglobina. El cuadro 4 y la figura 7 muestran los efectos de la carboxihemoglobina en la sangre y éstos dependen del CO_2 en la atmósfera, del tiempo de exposición y del tipo de actividad física.²⁷

CUADRO 4

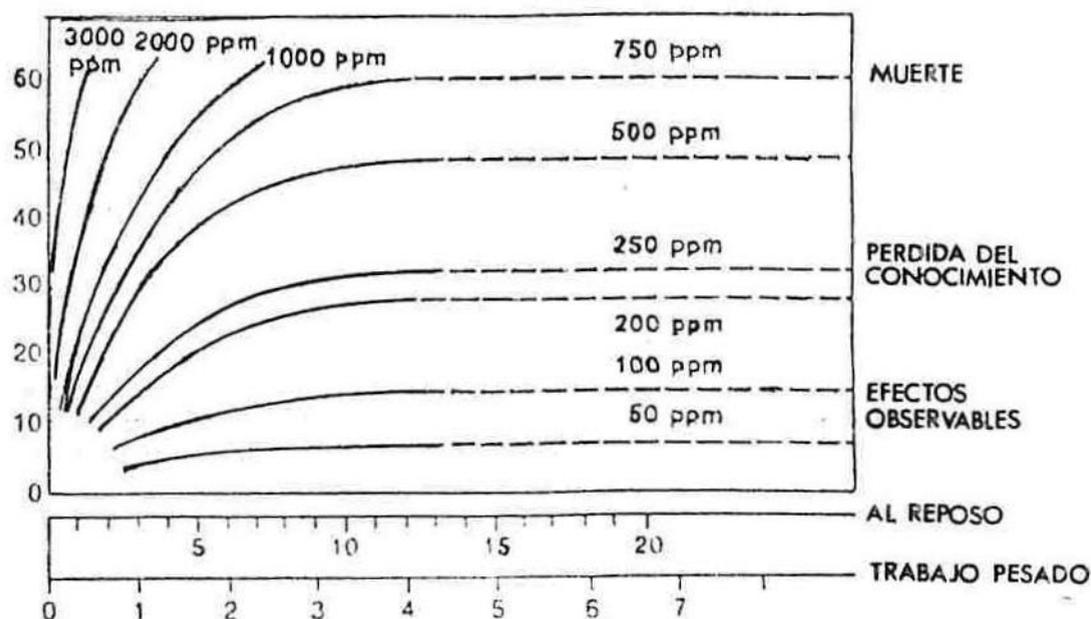
<i>COHb (nivel en %)</i>	<i>Efectos</i>
menos de 1.0	Ningún efecto aparente.
de 1.0	Algunos efectos sobre comportamiento.
de 2.0 a 5.0	Efectos sobre el sistema nervioso central. Disminución de la discriminación del intervalo de tiempo, de la función visual y sobre las funciones psicomotoras.
más de 5.0	Afecciones funcionales cardíacas y pulmonares.
de 10.0 a 80	Dolor de cabeza, fatiga, somnolencia, coma, disfunciones respiratorias, muerte.

²⁶ Wolf y Touchais han señalado que el aumento del consumo de energía por habitante del planeta producirá un aumento de temperatura de $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{2}^\circ\text{C}$ a partir de 1990. Por el contrario, Bryson ha constatado que como consecuencia de la contaminación de la atmósfera, la temperatura media de la superficie del globo ha bajado de 0.3 a 0.5 grados desde hace treinta años. En R. Bechmann y J. C. Fisher "Vers une Catastrophe Ecologique Globale?", *Science et Vie*, Hors serie, núm. 106.

²⁷ P. C. Wolf, "Carbon Monoxide", en J. C. Giddings y M. B. Monroe, *Our Chemical Environment*, Canfield Press, 1972.

FIGURA 7

EFECTOS DE LA CARBOXIHEMOGLOBINA EN LA SANGRE



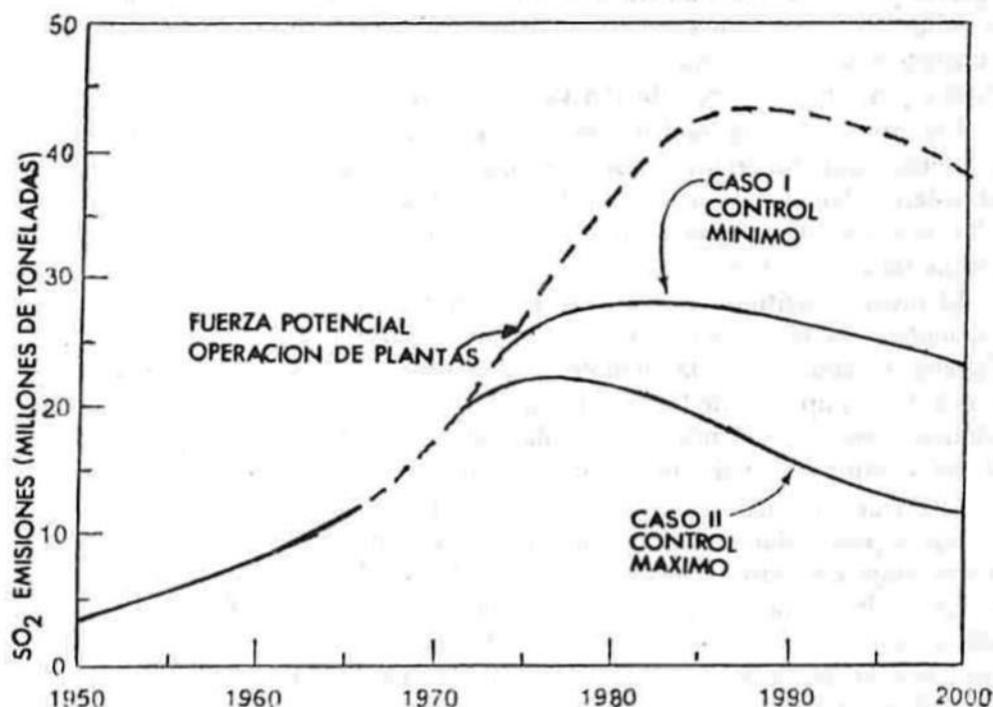
FUENTE: P. E. Wolf, "Carbón Monoxide", en J. C. Giddings y M. B. Monroe, *Our Chemical Environment*, Canfield Press, 1972.

Las emanaciones de las centrales de energía, de fábricas, de automóviles y de combustibles domésticos, con frecuencia cargados de ácido sulfúrico, producen el anhídrido sulfuroso. El aire así contaminado agrava las afecciones respiratorias, ataca los árboles y otros vegetales, los materiales calcáreos de construcción y ciertos textiles sintéticos.

He aquí las previsiones de la evolución de la tasa de SO_2 para el año 2000: a) Sin control; b) En el caso de aplicar un mínimo de medidas, y c) En el caso de un control estricto.²⁸

²⁸ F. A. Rohrman, B. J. Syeigerwald y J. H. Ludwig, "SO₂ Pollution: the Next 30 Years", en J. C. Giddings y M. B. Monroe, *Our Chemical Environment*, Canfield Press, 1972.

FIGURA 8
EVOLUCIÓN DE LA TASA DE SO₂



FUENTE: F. A. Roshman, *et al.*, "SO₂ Pollution: the Next 30 Years", en *Our Chemical...*, *op. cit.*

Finalmente, los óxidos de nitrógeno provenientes de motores de combustión (aviación, hornos, incineradores), del uso excesivo de ciertos fertilizantes, los incendios de bosques y en algunos procedimientos industriales, son la causa de neblinas, afecciones respiratorias y bronquitis.

Hidrosfera

De los 500 millones de kilómetros cuadrados que representa la superficie de nuestro planeta, más de 350 están cubiertos por los océanos y mares: es decir, el 70 por ciento pertenece al dominio marino y el 30 por ciento corresponde a las tierras firmes.

El hombre ha cambiado, sin lugar a dudas, la imagen de la tierra, pero hasta ahora no había habido ningún signo de cambio en el mar o en los océanos. Esta situación hizo su aparición, de manera dramática, en las últimas décadas.

En 1968 60 millones de toneladas de materias orgánicas fueron arrancadas al océano. Actualmente, 10 por ciento de la producción mundial de la pesca consiste en moluscos y crustáceos, 45 por ciento en pescados y otro tanto en especies pelágicas. De manera general la situación es paradójica, puesto que se estima en 200 millones las posibilidades reales de captura. Por otra parte, el aumento anual de la producción de recursos marítimos —7 por ciento— se explica por una sobreexplotación de ciertas regiones.²⁹

Los próximos años podrían estar marcados por la extinción definitiva de la ballena azul. En treinta años la población total de ballenas azules en todos los océanos del planeta bajó de 100 000 a 1 000. Actualmente, en lo que toca a las otras cuatro especies de ballenas, la tasa de captura aumenta más rápido que la tasa de reproducción.

El medio marítimo está, en efecto, sometido a numerosas agresiones íntimamente ligadas a las actividades oceánicas: la transportación por el mar (barcos, oleoductos) y la explotación *off-shore* de los recursos minerales o fósiles; o los impactos de las actividades terrestres: desechos de concentraciones urbanas, desagües de industrias implantadas en el litoral, los aportes por vía fluvial o atmosférica de aguas continentales contaminadas.

En la actualidad, son especialmente los hidrocarburos los que constituyen la más espectacular de las fuentes de contaminación crónica o accidental: desembalaje de petroleros, descarga de calas de los barcos, de los puertos o de las explotaciones de petróleo y de gas natural. Naufragio o explosión de barcos cisterna (Torrey-Canyon), pérdida del control de los pozos. Los barcos tiran al mar, se estima, 0.1 por ciento de las cantidades transportadas, o sea un millón de toneladas. Por otra parte, las perforaciones en el mar, únicamente por lo que toca a los Estados Unidos, fue de 16 000 pozos y su número aumenta más de 1 000 por año. Para algunos autores norteamericanos, la cantidad de petróleo arrojado al mar es del mismo orden que la masa de materia orgánica, resultado de la producción primaria del fitoplancton.

Otras contaminaciones no deben ser subestimadas, tales como las telúricas que los continentes arrojan al mar. Son innumerables y sobre todo crónicas, y los riesgos de accidentes directos y especialmente indirectos se incrementan.

Por lo que toca la contaminación de origen urbano, su dispersión es aleatoria, puesto que está ligada a las condiciones hidrológicas y meteorológicas. Los afluentes urbanos contienen también productos químicos que se reparten en muchas categorías: detergentes, bioácidos —aportes excesivos de abono cerca de zonas litorales—, desechos industriales extremadamente variados —residuos de la industria del papel, industria del titanio (sulfato ferroso), superfosfatos, metales pesados (sales de cobre, etcétera)—; los expertos estiman que las actividades humanas introducen 10 000 toneladas de plomo y 5 000 toneladas de mercurio anualmente en los océanos.³⁰

²⁹ Y. la Prairie, "La Conquête D'un Nouvel Espace", 2000, vol. 20, 1971, pp. 2-4.

³⁰ Datos extraídos del artículo de O. Le Fauchaux, "Les Océans Pour Demain: Arrêter la Pollution", 2000, vol. 20, 1971, pp. 55-58.

La contaminación térmica en mar alcanza ya un nivel inquietante en los países de alto potencial energético; en los Estados Unidos las centrales eléctricas consumen el 80 por ciento del total del agua empleada para enfriamiento.

Las contaminaciones por desechos sólidos se componen cada vez más de materias inoxidables e imputrecibles, de plásticos, entre otros. En 1968 los Estados Unidos tiraron cerca de 48 millones de toneladas de desechos sólidos en los océanos, y esto es el equivalente a un quinto de lo que se tira cada año en el océano. Los desechos nucleares son localizados, vigilados y controlados por convenciones internacionales. Pero muchas interrogantes subsisten para que pueda estar completamente seguro.

El agua de los ríos y de los lagos, cargada de productos químicos, ven morir su fauna y su flora. Los fosfatos son factores importantes de la degradación de las aguas usadas y provienen sobre todo de los detergentes, desagües agrícolas (campos sobre-fertilizados) y desechos de la cría intensiva de ganado.

Litósfera

Bertrand de Jouvenel³¹ representa cuantitativamente la enorme presión de la conquista de las formas de la materia sobre el medio ambiente:

En el texto de Ayres y Kneeeze³² aparece una estimación de los inputs utilizados por la economía americana durante el año. Esta estimación alcanza 13 toneladas por habitantes. Pero los autores nos advierten que no tomaron en cuenta los materiales de construcción. Para 1950 el tonelaje de materiales de construcción por habitante se estimaba, en el Informe Paley, a 4.3 toneladas.³³ Pero además de los inputs utilizados, hay que tomar en cuenta, en la etapa de extracción, todo aquello que ha sido removido para obtener los inputs utilizados; y la estimación se hizo: ésta alcanza 3.3 millones de toneladas en 1963, lo que nos resulta 17 toneladas por habitante.³⁴ Sumemos: nos encontramos con la increíble cifra de 34.4 toneladas por habitante; es decir, más de 90 toneladas por miembro de la población activa!

“Esta cifra obtenida por aproximación de fuentes oficiales me pasma: apenas si puedo creerlo.”

“Esto es espantoso al indicar la fuerza del impacto humano sobre el medio

³¹ B. de Jouvenel, “Le Thème de l'Environnement”, *Analyse et Prévision*, t. x, 1970, pp. 517-533.

³² R. U. Ayres y A. V. Kneeeze, “Production, Consumption and Externalities”, *The American Economic Review*, vol. LIX, núm. 3, junio, 1969.

³³ *Ressources for Freedom: A Report to the President by the President's Materials Policy Commission*, Washington, Government Printing Office, junio, 1952.

³⁴ *Restoring the Quality of Our Environment, Report of Environmental Pollution Panel*, Washington, The White House, noviembre, 1965.

ambiente: es el impacto ejercido hasta el presente únicamente en el campo de la sociedad más avanzada, pero que los otros buscan imitar.”

Hay que precisar que la inquietud no está causada por la visión de la falta de recursos para la producción. Lo que justifica la inquietud es el carácter devastador de la explotación al planeta, donde el aumento de la contaminación no es más que un aspecto.

Ante esta situación, dos actitudes son posibles: la pasividad ante las fuerzas actualmente en juego, lo que conduce a la vanalización de paisaje; o la voluntad de controlar la organización del espacio, que se traducirá por la afirmación de diversidades originales.

La cuestión se plantea así: ¿cuál de esas dos tendencias se producirá en los próximos treinta años?³⁵

Es inútil deplorar los años, donde el paisaje evolucionaba lentamente de una manera armoniosa. El ritmo de evolución ha cambiado. Nosotros nos damos cuenta hasta ahora, y es necesario volver a tener conciencia de que la calidad no es un elemento suplementario, una preocupación de estética comercial, sino que responde a un nuevo sentido del paisaje.

Lassus³⁶ afirma que no se trata de integrarse o oponerse al paisaje, sino de responsabilizarse: “No olvidemos que nuestro primer paisaje es nosotros y los otros.” Así, la calidad del medio ambiente se volverá rápidamente uno de los aspectos más concretos del ordenamiento de territorio.

Ciclos biogeoquímicos

El estudio de los ciclos biogeoquímicos es relativamente reciente y los conocimientos en ese dominio son aún fragmentarios. Su estudio, en un principio, se redujo a los polielementos indispensables a los seres vivos (C, O, H, agua, K, Ca, Mg, N, S, P, Na); el estudio se extiende en nuestros días a los oligoelementos indispensables a la vida (Cu, Zn, Fe, Mo, Co) o no indispensables y aun tóxicos como el plomo, el cadmio y el mercurio. Investigaciones importantes se realizan actualmente sobre los tres elementos antes citados en razón de su importante penetración en los ecosistemas industriales y de su toxicidad para los seres vivos.

Un ciclo biogeoquímico puede ser descrito por los movimientos circulares de los elementos químicos pasando del medio abiótico (suelo-agua-aire) a los organismos vivos (plantas-animales-hombres) y regresando al medio abiótico a partir de la muerte y de los procesos de descomposición de esos organismos. Esos ciclos se producen en el seno de diversos ecosistemas: la transferencia de los elementos químicos siguen dos caminos principales: el ciclo biológico, que es un ciclo cerrado desarrollándose a nivel de las biocenosis, y el ciclo geoquímico, abierto al mundo exterior.

³⁵ J. Blanc, B. Lassus y R. Pérelman, “Une Prospective des Paysages”, 2000, núm. 15, 1970, pp. 9-15.

³⁶ Texto precitado.

Los intercambios térmicos y gaseosos entre la atmósfera y los océanos y su rol primordial en el equilibrio de la biósfera están siendo estudiados de manera más profunda y comienzan a ser mejor conocidos. Se pudo estimar a 10^9 toneladas/año la tasa global de la caída de polvos sobre la superficie oceánica. Por otra parte, se observa la presencia de grandes cantidades de micro-partículas de sales, diferentes de las salpicaduras de las olas, y que son originadas por el burbujeo continuo del océano. Parece que esos aerosoles presentan con frecuencia los "enriquecimientos" en elementos mayores (en potasio principalmente) y en diversos elementos en trazas, en relación a la composición habitual del agua, del mar o de la corteza terrestre.³⁷

Si se hace un análisis global de las emisiones contaminantes, debidas tanto al hombre como a la naturaleza, se da uno cuenta que las contaminaciones naturales son más grandes cuantitativamente que las fuentes de contaminación urbana. En ciertos ciclos, como el del nitrógeno, en forma de NO_2 y NH_3 o bien las emisiones de H_2S presentes en la biósfera, son predominantemente de fuentes naturales. Para el ciclo del CO existen indicadores de fuentes tanto en la biósfera como en el océano.³⁸

*Utilización política del medio ambiente*³⁹

Consciente o inconscientemente, directa o indirectamente, el problema del medio ambiente es utilizado para desviar la atención de otros problemas (políticos, económicos, sociales...), y así orientar las luchas sociales hacia formas menos peligrosas para los sistemas establecidos.

Se puede interrogar sobre la naturaleza del problema: ¿es un problema "que uno se plantea" o un problema "que se plantea"?

Es así que G. Bertolini⁴⁰ presenta la cuestión. Aunque esta distinción sea relativa y presente en apariencia un juego de palabras, el problema recibiría, en el primer caso, un carácter ficticio o "gratuito"; en el segundo caso, resultaría del carácter limitante de la realidad.

El tema del medio ambiente presenta las apariencias de una moda, coquetaría del tiempo efímero por naturaleza, propagado según la pareja innovación-imitación, caracterizada por sus excesos o sus ídolos y por una inflación de los escritos sobre el tema.

³⁷ R. A. Duce, P. L. Parker y C. S. Giam, *Pollution Transfer to the Marine Environment*, National Science Foundation, 1974.

³⁸ E. Robinson y R. C. Robbins, "Gaseous Atmospheric Pollutants from Urban and Natural Sources", en S. Fred Singer, *Global Effects of Environmental Pollution*, Holland, D. Reidel, 1968.

³⁹ Las ideas principales de esta sección provienen del artículo de Y. Barel: "Jalons pour l'Elaboration d'une Methodologie de la Prospective de l'Environnement", en *Analyse Socio-économique de l'Environnement, Problems de Methode*, Saint-Nizier, Grenoble, Mouton, 1973, J. Maldonado, *Environnement et Idéologie*, Paris, 10/18 1972.

⁴⁰ G. Bertolini, "La Pollution: un Problème d'Avenir", *Analyse et Prévision*, tomo XVIII, núms. 4-5-6, 1974, pp. 475-506.

Pero esos razgos podrían también traducir la generalidad de un hecho, es decir, que los perjuicios de contaminación afectan a los individuos. Además el tema ha sido adoptado por los gobiernos, los hombres políticos y por los industriales, lo que testimonia de una presión social mucho más fuerte que aquella que puede ejercer el fenómeno superficial de una moda, o de una conjugación de intereses.

Se encuentra en el plan político una tesis de "divertimento", pero de otra naturaleza: "así, cuando el presidente Nixon buscaba movilizar su país contra la contaminación, lo que él deseaba evitar eran otras movilizaciones".⁴¹ Según P. Samuelson, "si la contaminación no existiera, sería necesario inventarla, puesto que es un útil pararrayos para la juventud radical americana".⁴² Esas preocupaciones pueden explicar en parte la inquietud por una acción amplia, con resultados espectaculares.

La acción de los industriales puede igualmente ser interpretada como una forma de "recuperación" y de mantenimiento del movimiento: éstos "jugarían" la carta del medio ambiente porque representa un excelente argumento comercial y una nueva ocasión de beneficio, por el camino de la anticontaminación.

Por otra parte, se puede encontrar en las ciudades motivaciones más estables, inscritas en el largo plazo, obedeciendo a la dinámica de los cambios de valor: en el caso de pasar a una sociedad posindustrial donde aparecería en las clases altas las primicias de la lucha por la protección del medio ambiente, correspondiente a una forma de rehabilitación de los valores humanistas.

Asimismo, en el plan de los gobernantes, la defensa del medio ambiente se presenta como un problema moral, de civilización, implicando una dimensión cultural. Sin embargo esta dimensión cultural es ambigua: ¿se trata de un cambio profundo en las ideologías, los comportamientos y los hechos, respondiendo a los grandes ideales, o se trata solamente del uno por ciento cultural o de un lujo de países ricos?

Para Decoufle⁴³ la respuesta a una cuestión tan general no puede ser simple. "Todos están de acuerdo: el discurso del medio ambiente se propaga como el fuego en un reguero de pólvora." "La cuestión de saber cuáles funciones llena, no puede ser elucidada en esas condiciones." "El tema del medio ambiente: expresión falsamente clara. Puesto que si la temática del medio ambiente es relativamente fácil de constituir (mala conciencia con respecto al saqueo de la industrialización y de la urbanización, menos frecuente, del desarrollo de las diversiones, de la angustia ante el fin de bienes raros: de las expiraciones de regreso a la naturaleza, etcétera), sus razones son más difíciles de calificar."

⁴¹ H. Coing, "L'Environnement, une Nouvelle Model?", *Problèmes Économiques*, marzo, 1971, citado por G. Bartolini.

⁴² G. Santini, "Una Giusta Dosa di Inquinamento", *Revue Successo*, abril, 1971, citado por G. Bertolini.

⁴³ A. C. Decoufle, "Eléments d'Analyse Prospective des Problèmes de l'Environnement", *Options Méditerranéennes*, junio de 1972.

El medio ambiente parece constituir hoy el tema movilizador por excelencia de la sensibilidad colectiva de las sociedades industriales, al contrario de otras "grandes causas", no menos importantes para el "futuro de la humanidad", como el desarme y la miseria creciente de las poblaciones periféricas de las sociedades industriales.⁴⁴

Este conjunto de motivaciones harían el problema del medio ambiente obsoleto. Sin embargo las inversiones dedicadas a la anticontaminación representan en ciertos casos del 15 al 20 por ciento de la inversión total. Los perjuicios de la contaminación afectan al individuo en su vida cotidiana y a la sociedad entera. Por el instante se manifiestan crisis localizadas. ¿El futuro estará marcado por una reabsorción o por una multiplicación de la gravedad de estas crisis?

El lugar del hombre en el eco-sistema

Para Yves Barel, el debate sobre el medio ambiente es un fenómeno ideológico, es la discusión sobre el lugar del hombre en relación al eco-sistema o biósfera. Todo el mundo o casi todo el mundo está de acuerdo en afirmar que el hombre se encuentra en el eco-sistema. Es imposible no suscribir esta afirmación cuando se trata de definir un enfoque científico del medio ambiente. Pero he aquí que se injerta esta palabra en una serie de ideologías alrededor de la idea de que, al estar en el eco-sistema, es necesario que el hombre renuncie a su antropocentrismo y que acomode sus acciones sobre el interés del sistema en su totalidad, del cual él no es más que un elemento. Se observa una verdadera resurrección del mito del "buen salvaje" bajo la forma de un elogio de esos pueblos primitivos que poseen o han poseído la sabiduría de "respetar" la naturaleza, de fundirse en ella.

El antropocentrismo, como su contrario, el "medio ambientalismo", no son confirmados, ni negados por la discusión científica sobre el lugar del hombre en el eco-sistema. En particular, nada prohíbe adoptar una actitud antropocéntrica (suponer que es el interés de los humanos el que debe dirigir la política de regulación de la biósfera, en la medida de lo posible), considerando que la única actitud científica posible en nuestros días es la que renuncia a establecer una solución de continuidad entre naturaleza y cultura, naturaleza y sociedad, hombre o naturaleza, etcétera. Paradójicamente, es el "medio ambientalismo" el que contribuye a perpetuar esos viejos patrones, desplazando el debate al terreno de los sistemas de valores adoptados hasta hoy por el hombre, con respecto a la naturaleza. Si el hombre puede cambiar de opinión en relación a la naturaleza, es que una vez más él es extranjero, exterior. De un lado está la naturaleza y del otro el hombre, no económicamente, **ni socialmente determinado**. Ahora bien, es ahí que el verdadero problema metodológico se plantea en la reintegración del hombre en su eco-sistema. Consiste en reinyectar el estudio de los condicionamientos

⁴⁴ Texto precitado.

sociales, económicos (y por supuesto también ideológicos y culturales), en el análisis de la dinámica y del funcionamiento del eco-sistema, de tal manera que las luchas sociales y los problemas sean evacuados de un cierto "medio ambientalismo", resurgiendo como un dato primero el enfoque científico del medio ambiente. No es en sí el hecho de conceder una gran importancia a los problemas del medio ambiente lo que conduce a evacuar o intentar evacuar los otros problemas. Es solamente un cierto tipo de enfoque ideológico del medio ambiente. El otro tipo es aquél que nosotros preferimos, y consiste en plantear que el medio ambiente es un lugar, entre otros —pero quizá un lugar de importancia creciente—, donde se expresan las contradicciones sociales de una época o de una sociedad.

*Conocimientos científicos insuficientes*⁴⁵

En su estado actual, los conocimientos científicos no permiten, en lo esencial, ni confirmar, ni infirmar la hipótesis de una ruptura generalizada o localizada (bajo una forma fatal a la especie humana) del eco-sistema. El contraste aquí es flagrante entre la afirmación a veces perentoria del peligro de ruptura y el conjunto de los hechos o de los análisis que permiten fundamentar esta afirmación. Es verdad que las tomas de posición más alarmistas son más el resultado de hombres políticos y de una literatura de vulgarización sensacionalista, que de los ecólogos. Éstos prefieren subrayar, como lo hizo el MIT, que la ignorancia ecológica es muy grande para que se puedan lograr conclusiones definitivas. Pero algunos de ellos, al menos a título de hipótesis, avanzan la idea que el eco-sistema está a punto de alcanzar el límite de sus posibilidades de adaptación,⁴⁶ que por primera vez en la historia del mundo la acción humana produce efectos ecológicos irreversibles y globales y no solamente locales y reversibles.

Pero el detalle del análisis ecológico no permite obtener un hecho puro estableciendo la hipótesis de una ruptura próxima o global del eco-sistema, o de una ruptura localizada fatal para la especie humana. Numerosos hechos, cifras y análisis demuestran que la acción humana puede conducir a rupturas localizadas y a veces definitivas de eco-sistemas particulares. Pero no permite pasar de lo particular o lo general: la suma de esas rupturas parciales no permite concluir la inevitabilidad o la probabilidad de una ruptura global.

A partir de un cierto nivel de generalidad, y más allá de un cierto punto en el estudio de la imbricación recíproca de los fenómenos, el análisis ecológico deja de ser un terreno seguro. Un examen detallado de la discusión alrededor de la elevación del contenido en gas carbónico de la atmósfera debido a ciertas actividades industriales y al consumo de energía fósil, del sobre-calentamiento que resulta y de las consecuencias de ese sobre-calentamiento

⁴⁵ Me solidarizo con el pensamiento de Y. Barel y por esto sigo muy de cerca su texto consagrado a este tema.

⁴⁶ B. Commoner, *Quelle Terre Laisserons-nous à nos Enfants?*, París, Seuil, 1969.

sobre el eco-sistema, tendría un valor ejemplar. Según que el estudio porte sobre una porción más o menos grande del eco-sistema, las conclusiones pueden cambiar del todo. Existe una especie de ley no escrita de la investigación ecológica según la cual, con la extensión de la porción del eco-sistema cubierto por el estudio, las conclusiones pierden en nitidez lo que ganan en plausibilidad. Un ecólogo que no considere más que el efecto del sobre-calentamiento provocado por el gas carbónico de origen industrial, podrá adoptar una posición neta en cuanto al efecto final del eco-sistema, pero la plausibilidad de su posición será contestada por el hecho de que no toma en cuenta más que una de las modalidades de acción de la industria sobre la temperatura media de la tierra. Otro ecólogo ampliará la investigación para reforzar la plausibilidad de las conclusiones, y al hacerlo le será más y más difícil responder de manera no ambigua a la cuestión siguiente: la industria humana contribuye, sí o no, a elevar la temperatura media de la tierra y si es así, ¿esta elevación juega un rol apreciable en el conjunto de los procesos de calentamiento y de enfriamiento que contribuyen a determinar esta temperatura media? La ley no escrita de la investigación, de hecho, dificulta pasar de lo particular a lo general del subsistema englobante, dificultad que tiene su origen en:

— La ausencia de hechos y de cifras conocidas, a ciertos momentos cruciales del pasaje de lo particular a lo general;

— Las carencias metodológicas propias a todas las disciplinas científicas, cuando buscan aprehender un conjunto de fenómenos en estado de interacción universal. Lo mismo si los hechos son conocidos aisladamente, no se sabe cómo tomar en cuenta todas sus interacciones, de ahí que la complejidad de un sistema de hechos vaya más allá de un nivel que se sitúa muy bajo en la escala de la complejidad;

— El hecho que los dinamismos ecológicos tocan con frecuencia periodos de tiempo sin común medida con la duración de la observación humana;

— La imposibilidad de acordar un valor relativo a ciertos hechos o cifras. Por ejemplo, se han hecho estimaciones sobre el número de especies de aves que han desaparecido en Europa desde el siglo XVI, como consecuencia de la actividad humana. Pero, ¿qué representa esa cifra en relación a la "mortalidad natural" de las especies? ¿Es poco, es mucho? ¿Se puede decir que haciendo desaparecer el número de animales y vegetales, el hombre ha "simplificado" la naturaleza al grado de poner en peligro la estabilidad del eco-sistema, del cual en gran parte los ecólogos explican que reposa en su complejidad y su diversidad? Ésas son cuestiones a las cuales los conocimientos actuales no permiten responder. Esto no impide a ciertos comentaristas practicar una especie de terrorismo de las cifras absolutas, tendientes a demostrar que el hombre amenaza la estabilidad del eco-sistema entero. El hecho que un solo viaje en *jet* consuma tanto oxígeno como el producido por un número impresionante de hectáreas de bosque, puede sorprender la imaginación. Pero no prueba de ninguna manera que el hombre intervenga de manera apreciable en el ciclo del oxígeno.

Pero si el análisis ecológico no confirma la tesis del catastrofismo, tampoco la niega. Y esto, paradójicamente, por las mismas razones que le impiden ser afirmativa en el primer punto, es decir, que el medio ambiente se vuelve un fenómeno ideológico. Es en este punto que el debate del medio ambiente se convierte de ideológico en científico. Es suficiente que la tesis catastrófica no pueda ser infirmada por la ciencia actual, para que encuentre un principio de argumentación por el cual sea posible considerarse como una hipótesis de trabajo como cualquier otra.